APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN LA ENSEÑANZA DE LOS FENÓMENOS DE REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN DE LA LUZ DESDE UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA MEDIADA POR ACTIVIDADES EXPERIMENTALES

Andrés David López Figueroa

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Medellín, Colombia

2019

APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN LA ENSEÑANZA DE LOS FENÓMENOS DE REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN DE LA LUZ DESDE UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA MEDIADA POR ACTIVIDADES EXPERIMENTALES

Andrés David López Figueroa

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Enseñanza de las ciencias exactas y naturales

Director (a):

Luz Stella Mejía Aristizábal

Doctora en Educación

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Medellín, Colombia

Año 2019

(Dedicatoria o lema)

A mi hijo Juan José y mi esposa, Adriana González, por convertir este proyecto en un proyecto de familia.

Resumen

La enseñanza de las ciencias y en especial del área de física debe estar transversalizada por las prácticas experimentales, más aún aquellos contenidos que están relacionados con la luz, como el caso del estudio de los fenómenos de la reflexión y la refracción. El planteamiento de realizar prácticas experimentales busca que los estudiantes alcancen un aprendizaje significativo y así una mejor comprensión de los fenómenos trabajados. La estrategia didáctica se ha aplicado bajo el método de estudio de caso a un estudiante del colegio Heraldos del Evangelio de la ciudad de Medellín.

Palabras clave: Reflexión, Refracción, Aprendizaje Significativo, Estudio de Caso.

Abstract

The teaching of science and especially the area of physics must be mainstreamed by experimental practices, especially those related to light, such as the study of the phenomena of reflection and refraction. The approach of carrying out experimental practices seeks that students achieve meaningful learning and thus a better understanding of the phenomena worked on. The didactic strategy has been applied under the case study method to a student at the *Heraldos del Evangelio school* in the city of Medellín.

Key words: Reflection, Refraction, Meaningful Learning, Case Study

Contenido

1. Aspectos Preliminares 12

1.1. Selección y Delimitación del Tema 12
1.2. Planteamiento del Problema 12
1.3. Antecedentes 14
1.4. Formulación de la pregunta 16
1.5. Justificación 16
1.6. Objetivos 17
1.6.1. Objetivo General 17
1.6.2. Objetivos Específicos 17

2. Marco Referencial 18

2.1. Marco Teórico 18
2.2. Marco Conceptual-Disciplinar 22
2.3. Marco Legal 25
2.4. Marco espacial 26

3. Diseño Metodológico 28

3.2. Población y Participantes 32
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de información 32
3.4. Delimitación y Alcance 32
3.5. Planificación de actividades 33

4. Diseño Unidad Didáctica 34

4.1. Justificación 34
4.2. Identificación 34
4.3. Objetivos 34
4.4. Actividades 35
4.4.1. Actividades de exploración o explicitación de ideas. 35
4.4.2 Actividades de introducción de nuevos conocimientos. 36
4.4.3. Actividades de estructuración y síntesis. 37
4.*4.3.1 Guías de Actividades Experimentales.* 38
4.4.4. Actividades de aplicación. 45

4.4.4.1. Lectura y comprensión. 45
4.5. Evaluación 46

5. Resultados y Análisis 47

5.1. Análisis de la Actividad de Indagación de ideas 48
5.2. Análisis de la Estrategia Didáctica: Actividades Experimentales 51
5.3. Análisis de la Estrategia Mapas Conceptuales 54
5.4. Análisis de la Actividad Final 58

6. Conclusiones y Recomendaciones 62

7. Referencias 65

Introducción

La enseñanza de las ciencias naturales esta dividida en procesos biológicos y procesos físicos, dentro de estos se encuentra la enseñanza de química y física, esta división es propuesta por el Ministerio de Educación Nacional, aplicada en los diferentes documentos rectores (lineamientos curriculares, derechos básicos de aprendizaje, entre otros), con el propósito de que los estudiantes desarrollen competencias científicas y alcancen aprendizajes significativos

Con la enseñanza de la física un aspecto que impide desarrollar las competencias y alcanzar aprendizajes significativos es la falta de experimentación, por lo tanto, la enseñanza de los procesos físicos queda reducida a la matematización de estos, impidiendo así una profundización en los temas y una corroboración o negación de la teoría.

Es por este hecho que vale la pena cuestionarse acerca de cómo la implementación de actividades experimentales en grado once del colegio Heraldos del Evangelio permite obtener aprendizajes significativos en los procesos físicos, específicamente en aquellos que tienen que ver con los fenómenos de reflexión y refracción en la luz, es importante dar a conocer que la enseñanza de las ciencias en diferentes instituciones está a cargo de licenciados, profesionales ó normalistas, por lo tanto cada uno la asume y utiliza estrategias diferentes de acuerdo a sus

intereses o formación recibida, llevando esto a una diversidad de estrategias didácticas conscientes o inconscientes pero que determinaran como los estudiantes adquieren estos conocimientos. No se puede dejar de lado el tema de infraestructura o de materiales, ya que la mayoría de las instituciones no cuentan con los espacios ni los materiales necesarios para desarrollar prácticas experimentales.

Debido a este tipo de situaciones, se pretende entonces desarrollar una estrategia metodológica mediante la implementación de actividades experimentales con materiales de fácil accesibilidad que permita a los estudiantes de grado once obtener aprendizajes significativos en los fenómenos de reflexión y refracción enseñados en el área de ciencias naturales y educación ambiental, para este desarrollo se identificaran las concepciones alternativas de estos fenómenos, se propondrá y validará una estrategia metodológica mediante el desarrollo de actividades experimentales, todo esto para determinar si se alcanzan o no aprendizajes significativos en los estudiantes.

El desarrollo de las actividades experimentales abordara conceptos propios de las ciencias desde una perspectiva académica escolar, particularmente los fenómenos de reflexión, refracción de la luz.

La enseñanza de las ciencias ha generado numerosas dudas en el ámbito escolar, se ha cuestionado el método, las competencias que se desarrollan, que tipo de aprendizaje se logra, entre otras. Muchas de estas dudas se han tratado de esclarecer mediante investigaciones realizadas, entre ellas se destacan las de tipo, Investigación-Acción-Educativa (I-A-E), un tipo de

investigación centrada en las relaciones de la educación con los procesos sociales paralelos a la misma.

Dentro de la (I-A-E) se encuentran inmersos algunos paradigmas y métodos de investigación, se destaca entonces el paradigma critico social el cual busca superar el reduccionismo en el que se encuentran las ciencias y en especial la enseñanza de estas y en cuanto a los métodos podemos mencionar el estudio de caso, donde se estudia la individualidad partiendo de una necesidad de comprensión general y esto es posible debido a que es una base para poder generalizar, este método solo estudia un caso, o unos pocos casos, pero en profundidad, lo que permite formular generalizaciones para cada uno de los casos.

Para desarrollar el tipo de investigación mencionada en la que se encuentra inmersa tanto el paradigma como el método se debe diseñar una ruta con el fin de alcanzar un propósito, este diseño puede ser flexible por tratarse de investigaciones de corte cualitativo, pero se sugiere cumplir con cada uno de los siguientes pasos:

- Recolección de Información inicial.
- Propuesta e intervención.
- Evaluación final.

Este tipo de diseño tiene en cuenta fuentes primarias para la recolección de información, tales como las encuestas y los cuestionarios. La intervención esta mediada por actividades experimentales que estarán guiadas por el docente con materiales de fácil acceso como prismas,

espejos, lentes convergentes y divergentes, laser, entre otros. La evaluación propuesta se ira realizando a lo largo de la intervención sin esperar al final de esta. Dentro de los resultados encontrados se destacan los aprendizajes significativos adquiridos por el estudiante gracias a la experimentación realizada a lo largo de la estrategia didáctica propuesta.

1. Aspectos Preliminares

1.1. Selección y Delimitación del Tema

La enseñanza de los procesos físicos en el área de ciencias naturales evidencia algunas falencias por la poca o nula experimentación, esto en ocasiones conlleva a que los estudiantes no tengan la capacidad de interiorizar los conceptos, ya que son presentados de forma superficial reduciendo la enseñanza de estos procesos en identificar y despejar variables de algunas fórmulas, sin profundizar en ellos, por lo tanto se hace necesario por un lado profundizar y contextualizar dichos conceptos y por otro, realizar actividades experimentales que le permitan a los estudiantes lograr aprendizajes significativos.

1.2. Planteamiento del Problema

La formación en ciencias abarca aspectos científicos y ciudadanos, por lo tanto es necesario que su enseñanza se divida en varios tópicos ya que se busca una formación integral desde diferentes procesos tal y como se explica en los lineamientos curriculares del Ministerio de Educación Nacional MEN, (1998) donde manifiestan que en la escuela la enseñanza de las ciencias naturales debe estar dividida en tres procesos de pensamiento, estos son: conocimiento de procesos físicos, conocimiento de procesos químicos y conocimiento de procesos biológicos.

Según Ausubel, Novak, & Hanesian, (1976), esta división, busca que los estudiantes desarrollen competencias científicas y además adquieran un aprendizaje significativo, entendiendo este como la forma en la que el estudiante organiza e incorpora nueva información en su estructura cognitiva, pero los estudiantes en el aula no demuestran haber logrado

desarrollar estas competencias ni adquirir este aprendizaje, esto por la falta de conceptualización y argumentación en las clases de ciencias, dejando claro otro de los aspectos mencionados por el MEN (2004), en los Estándares Básicos por Competencias, donde se busca el desarrollo de habilidades por competencias y este desarrollo se evidencia cuando los estudiantes son capaces de asumir una postura crítica y reflexiva llevando los aprendizajes obtenidos en clase a su cotidianidad.

Pero la manera como obtienen estos aprendizajes y desarrollan las competencias depende en gran medida de la manera como se enseñan las ciencias, es aquí donde juega un papel importante la postura del docente y las diferentes estrategias didácticas que utiliza en el aula, ya que si el docente no tiene claridad en la división propuesta por el MEN de procesos biológicos y procesos físicos o la enseñanza se continua realizando por transmisión-recepción, con poca o nula actividad experimental será difícil que los estudiantes logren aprendizajes significativos y desarrollen competencias.

Otro aspecto que impide el desarrollar las competencias en el área es la falta de experimentación, en ocasiones no se cuenta ni con un espacio físico ni con materiales para realizar las prácticas, por lo tanto, la enseñanza de los procesos físicos queda reducida a la matematización de estos.

Por lo tanto, se pretende realizar un análisis de la práctica docente teniendo en cuenta la estrategia didáctica mediada por actividades experimentales utilizada y el impacto que esta genera en sus estudiantes.

1.3. Antecedentes

Las diversas maneras de enseñar ciencias se han convertido en un reto tanto para los docentes de básica primaria, básica secundaria y media académica esto debido a la diversidad de profesiones o titulaciones encontradas en estos niveles de escolaridad, podemos hallar Normalistas, Licenciados, Magister, Ingenieros, Biólogos, Químicos, entre otros, cada uno con su particularidad y manera de enseñar ciencias, es la didáctica de las ciencias la que proporciona diversas estrategias para su enseñanza, esto sin discriminar la profesión o titulación del docente ya que en esta particularidad y singularidad propia no solo de cada profesión sino de cada persona es que los estudiantes se están enfrentando a diversas posturas de la ciencia y estrategias didácticas utilizadas que en ocasiones van dejando vacíos conceptuales y procedimentales, algunos casi imperceptibles otros más evidentes pero que de igual forma no se suplen en el momento.

La forma entonces como se suplen o no estos vacíos determina en gran medida el aprendizaje alcanzado por los estudiantes, si es o no significativo, por lo tanto, si se busca lo primero se debe hacer uso de estrategias didácticas encaminadas a la profundización de los conceptos y la articulación de estos en la cotidianidad, dejando atrás la enseñanza por transmisión-recepción y haciendo uso de actividades experimentales que de una u otra forma logren anclar estos nuevos conocimientos en los estudiantes. .

La enseñanza de los procesos físicos en la media académica en muchas ocasiones está determinada por la transmisión de conceptos, se hace entonces importante hacer un análisis de investigaciones centradas en actividades experimentales, entre estas tenemos:

Arenas (1999), desarrollo un proyecto titulado: “La física desde los experimentos. Un proyecto de innovación pedagógica”, llevado a cabo en la ciudad de Bogotá plantea una propuesta de innovación pedagógica para los cursos de física de los grados 10 y 11 donde se propone llevar el laboratorio de física al aula de clases, concibiendo la actividad experimental como una actividad intelectual que permite la adquisición de aprendizajes significativos por parte de los estudiantes.

De acuerdo con González (2013) en su trabajo: “La enseñanza de la óptica desde una conceptualización integradora de sus teorías, dinamizada y orientada por una concepción del aprendizaje significativo crítico” desarrollado en la ciudad de Medellín resalta que la enseñanza de la óptica se hace de manera lineal, separando óptica geométrica de óptica ondulatoria, desmotivando y confundiendo los estudiantes, por lo tanto propone un trabajo de experimentación en ciencias en el cual se integre los dos modelos de comportamiento de la luz, alcanzando con esto un aprendizaje significativo crítico.

Así mismo, Martin (2014) en su tesis de maestría: “Aprendizaje activo aplicado a la enseñanza del fenómeno óptico de interferencia de la luz en el marco del proyecto ondas de Colciencias en

la isla de San Andrés" afirma que se consiguió mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje del fenómeno de interferencia de la luz, implementando experiencias didácticas, estas experiencias estaban basadas en actividades experimentales.

Nouel (2017) en su estudio: "Prototipo didáctico para el aprendizaje de la óptica" resalta la importancia de las actividades experimentales el proceso de aprendizaje de la óptica, enfatizando en que estos prototipos se conviertan en una herramienta de apoyo para docentes y salir del paradigma rutinario de la enseñanza de la Física basado exclusivamente en la enseñanza de fórmulas que en ocasiones son descontextualizadas.

1.4. Formulación de la pregunta

¿Cómo la enseñanza de la física mediada por las actividades experimentales posibilita el aprendizaje significativo de los fenómenos de reflexión y refracción de la luz, en estudiantes de grado décimo del colegio Heraldos del Evangelio?

1.5. Justificación

La enseñanza de ciencias naturales y educación ambiental en las instituciones educativas está dividida en entorno vivo y entorno físico, este último se divide en procesos físicos y procesos químicos, de los procesos físicos, podemos destacar que en algunos grados se le pide al estudiante que adquiera la capacidad de reconocer y diferenciar los modelos que permitan explicar la naturaleza y el comportamiento de la luz, así aparece expresado en los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales del MEN, la dificultad en muchas ocasiones y en gran cantidad de instituciones es la matematización de estos procesos

omitiendo en muchas ocasiones las prácticas experimentales, conllevando esto a dificultades para alcanzar los objetivos propuestos, objetivos que buscan que los estudiantes se acerquen y descubran las leyes físicas.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Evaluar cómo una estrategia didáctica en la que se privilegian actividades experimentales, posibilita el aprendizaje significativo de los fenómenos de reflexión y refracción de la luz, en estudiantes de grado décimo del colegio Heraldos del Evangelio.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Identificar por medio de un cuestionario las concepciones alternativas de los estudiantes con respecto a los fenómenos de reflexión y refracción.
- Diseñar y aplicar una estrategia didáctica que permitan el desarrollo de actividades experimentales para el aprendizaje significativo de los fenómenos de reflexión y refracción de la luz.
- Validar como la estrategia didáctica posibilita el aprendizaje significativo de los fenómenos de reflexión y refracción de la luz.

2. Marco Referencial

La enseñanza de las ciencias naturales en la escuela es indispensable para formar más que ciudadanos científicos ciudadanos que sean capaces de apropiarse del conocimiento y lo demuestren con sus capacidades argumentativas y críticas. Por lo tanto, es importante no solo retomar los diferentes conceptos necesarios para la enseñanza sino hacer un rastreo epistemológico de estos, además tener claridad acerca de cuáles serán las herramientas desde la pedagogía que servirán para la enseñanza de las mismas, es así como se tendrán en cuenta el aprendizaje significativo de Ausubel y la propuesta planteada posteriormente por Moreira, las estrategias didácticas en la enseñanza de las ciencias, las actividades experimentales y los conceptos de reflexión y refracción de la luz.

2.1. Marco Teórico

La enseñanza de las ciencias como todo proceso de enseñanza busca generar en los individuos un aprendizaje óptimo, es importante entonces hacer una aproximación al modelo constructivista, basado en tres ideas básicas:

- El alumno es el último responsable en su proceso de enseñanza y aprendizaje.
- En el constructivismo, la actividad mental se aplica a contenidos, siempre y cuando elaboración de estos requiera un grado más avanzado de elaboración.
- La función del docente es introducir los procesos de construcción del alumno con el saber colectivo culturalmente organizado. Cesar Coll (citado en Diaz & Fernández, 1999)

Teniendo en cuenta estas premisas del modelo constructivista es que se pretende que los estudiantes alcancen un aprendizaje significativo, ya que el docente introducirá mediante unos procesos basados en actividades experimentales un nuevo conocimiento y si el grado de éste es más avanzado o tiene más cualidades el alumno lo introyectara, este enfoque, perteneciente al modelo constructivista se referencia desde la propuesta de Ausubel (1983), que entre otras señala como principal condición para lograr aprendizajes significativos que exista una relación entre la nueva información y la que ya posee el estudiante, pero esta información debe estar sustentada por conceptos y proposiciones que ayuden a darle una grado de estabilidad a dicha información.

Se destaca de la teoría del aprendizaje significativo planteada por Ausubel retomado por Moreira (2017), que: "para aprender significativamente no hay que descubrir, sino dar significados a los contenidos a ser aprendidos." (p.3) en una escuela en la que la enseñanza de los contenidos es fundamental para que los estudiantes respondan a diferentes pruebas estandarizadas nacionales e internacionales, es vital así mismo que estos contenidos sean interiorizados de forma contundente, para lograr esto se deben utilizar diferentes mecanismos o procedimientos y estos tienen que ver con la manera como el docente asume el proceso de enseñanza.

Uno de los procedimientos empleados por los docentes para alcanzar aprendizajes significativos son las estrategias didácticas como lo plantea Feo, (2010) "conformadas por procesos afectivos, cognitivos y procedimentales" (p.2), que facilitan la formación de los estudiantes capaces de contextualizar los diferentes contenidos enseñados en el aula.

Martín y Kempa, (1991) resaltan que estas estrategias deben ir acompañadas de métodos utilizados en el aula para lograr que los alumnos alcancen unos ciertos conocimientos y habilidades, por lo tanto es tarea del docente implementar diversas estrategias didácticas con el fin de alcanzar los objetivos propuestos, objetivos encaminados en alcanzar aprendizajes significativos, de esta manera una de las estrategias didácticas a utilizar en la enseñanza de las ciencias está referida a las actividades experimentales.

De acuerdo con Iglesias, (2004) Las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias permiten al estudiante complementar los aspectos teóricos, ya sea validándolos o refutándolos, por lo tanto, una buena práctica experimental debe dejar conclusiones acerca de la veracidad o falsedad de la teoría. Así mismo el autor afirma que toda experiencia está determinada por marcos conceptuales y teóricos, a lo que se conoce como *la carga teórica de la observación.*

Siendo esta carga teórica la que permita a los estudiantes tomar una postura crítica que va desde la experimentación hasta los contenidos vistos en clase, ayudándole de una u otra forma a tomar postura y discernir desde la práctica que tan verídica o falsa puede ser la teoría, entendiendo la teoría como los contenidos dictados en el aula.

Es importante tener en cuenta que las actividades experimentales se pueden desarrollar en espacios diferentes a un laboratorio. Estos espacios pueden ser el aula de clase regular, las salidas de campo, entre otras.

En la actualidad y gracias a las nuevas tecnologías que permiten la simulación de manera virtual se ha cambiado poco a poco la concepción de actividad experimental, de acuerdo con Quesada et al. (citado en Romero y Quesada, 2014) la simulación virtual ofrece una gran ventaja en cuanto a que los estudiantes en muchas ocasiones llegan al laboratorio sin los conocimientos previos tanto para manejar los instrumentos como para la interpretación de los datos, haciendo de esta una actividad poco eficaz y peligrosa, donde no se desarrollan los objetivos propuestos.

Vale la pena aclarar que las simulaciones virtuales no reemplazan una práctica experimental, según Ré, Arena y Giubergia (2012): "la actividad del laboratorio virtual deberá concebirse como una actividad complementaria a las demás que se desarrollan" (p.3) esto teniendo en cuenta que son más económicas y además permiten de una manera más exacta la toma y el posterior análisis de datos. Por lo tanto, queda a consideración del docente determinar dónde y que tipo de práctica realizará, teniendo en cuenta los objetivos propuestos.

Con respecto a los fenómenos de reflexión y refracción de la luz se encuentra una gran cantidad de definiciones de estos, en este caso tomaremos la definición de los conceptos desde Serway & Jewett, (2005) Los cuales definen reflexión como "un rayo de luz que se desplaza en un medio encuentra una frontera con otro medio, parte de la luz incidente se refleja". Refracción, "El rayo que penetra al segundo medio se dobla en la frontera". El comportamiento de estos fenómenos se puede explicar mediante la ley de Snell:

- Los rayos incidentes, reflejado y la normal a la superficie en el punto de incidencia están en un mismo plano.
- El ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.
- La razón del seno del ángulo de incidencia al seno del ángulo de refracción es una constante, denominada índice de refracción del segundo medio con respecto al primero.

2.2. Marco Conceptual-Disciplinar

Con la enseñanza de las ciencias se pretende desarrollar en los estudiantes competencias y que estas a su vez sean llevadas a la cotidianidad, según el Ministerio de Educación Nacional (1998) la enseñanza de las ciencias tiene "el propósito de señalar horizontes deseables que se refieren a aspectos fundamentales y que permiten ampliar la comprensión del papel del área en la formación integral de las personas" (p.4)

La formación en ciencias abarca entonces aspectos científicos y ciudadanos, por lo tanto, es necesario que su enseñanza se divida en varios tópicos ya que se busca una formación integral desde diferentes procesos tal como se explica en los lineamientos

> El sentido del área de ciencias naturales y educación ambiental es precisamente el de ofrecerle a los estudiantes colombianos la posibilidad de conocer los procesos físicos, químicos y biológicos y su relación con los procesos culturales, en especial aquellos que tienen la capacidad de afectar el carácter armónico del ambiente. (MEN, 1998, p.10)

Es así como en la escuela se divide la enseñanza de las ciencias en tres procesos de pensamiento, el Conocimiento de procesos físicos, el Conocimiento de procesos químicos y el Conocimiento de procesos biológicos.

Aparte de esta división, el MEN (1998) plantea que la enseñanza de las ciencias corresponde a unos "niveles de complejidad de los procesos de pensamiento y acción por los cuales van pasando los estudiantes según los bloques de grado a través de los cuales se van cambiando los códigos lingüísticos" (p.70)

Siguiendo esta línea, en un documento reciente del MEN, los Derechos Básicos de Aprendizaje (2016) "se explicitan los aprendizajes estructurantes para un grado y un área particular" (p.6), pero se aclara que:

> Por sí solos no constituyen una propuesta curricular y estos deben ser articulados con los enfoques, metodologías, estrategias y contextos definidos en cada establecimiento educativo, en el marco de los Proyectos Educativos Institucionales (PEI) materializados en los planes de área y de aula. (MEN, 2016, p.6)

Por lo tanto, es a potestad de la Institución la articulación de los DBA en su plan de área, teniendo en cuenta la particularidad propia que la caracteriza. Para este caso retomamos uno de los DBA planteados en el área de Ciencias Naturales para el grado 11, donde se pide que el estudiante:" tenga la capacidad de comprender la naturaleza de propagación del sonido y los

explique desde los fenómenos ondulatorios (ondas mecánicas y electromagnéticas).” (MEN, 2016)

Estas evidencias de aprendizaje no dejan explicita la necesidad de realizar actividades experimentales, pero teniendo en cuenta que la enseñanza de las ciencias y en especial de la Física como una ciencia fáctica, la experimentación aporta un valor agregado a los contenidos mencionados en estos DBA.

En el presente trabajo se abordarán conceptos propios de las ciencias desde una perspectiva académica escolar, aunque por tratarse de un tema extenso como la luz se realizará una delimitación, esta delimitación está encaminada en entender primero los fenómenos ondulatorios y en particular reflexión, refracción.

La comprensión de estos fenómenos es indispensable para precisar el comportamiento de las ondas. Desde Huygens en el siglo XVII hasta la actualidad se describen las características de reflexión y refracción de las ondas, fue en 1821 cuando Thomas Young clasifico las ondas descritas por la luz como transversal, por lo tanto, se introdujo el fenómeno de polarización, permitiendo explicar los experimentos realizados por Louis Malus en 1800.

Desde esta perspectiva, en el presente trabajo se abordarán los conceptos anteriormente mencionados desde aspectos teóricos para adquirir una conceptualización necesaria y comprender el fenómeno como tal, pero se le dará mayor relevancia a la experimentación.

2.3. Marco Legal

Son diversos los aspectos legales que rigen el proceso educativo en nuestro país, en particular para la presente investigación se tienen en cuenta las siguientes:

Ley, norma, decreto, comunicado, resolución, documento rector, entre otros.	Texto de la norma	Contexto de la norma
Constitución Política de Colombia	Artículo 67. La educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social…	La educación será el medio por el cual los ciudadanos accederán a la ciencia y les permitirá ser formados en aspectos científicos y tecnológicos.
Ley 115 de 1994.	Artículo 5º: Se refiere a la adquisición y generación de los conocimientos científico.	Desde la Ley general de Educación, se contempla en diferentes artículos la obligatoriedad de implementar en los diversos niveles la enseñanza de las ciencias.
Lineamientos Curriculares en Ciencias Naturales y	Facilitar la comprensión científica y cultural de la tecnología desde un enfoque	Los lineamientos curriculares permiten comprender la importancia del papel de la

Educación Ambiental	integral…	escuela en la sociedad.
Derechos Básicos de Aprendizaje 2016 (DBA)	Para el grado 11 los estudiantes deben comprender la naturaleza y propagación del sonido y la luz.	Los DBA, pretenden implementar la enseñanza de las ciencias a partir de situaciones problema.
Proyecto Educativo Institucional. PEI	El Colegio Heraldos del Evangelio, desarrolla actividades de creación individual y grupal como proyectos de investigación en ciencias.	En aspectos de formación integral el colegio le da prioridad a la formación en ciencias.

Tabla 1: Aspectos legales

2.4. Marco espacial

La intervención se realizará en el Colegio Heraldos del Evangelio, esta institución ubicada en el barrio el Poblado de la ciudad de Medellín posee unas características particulares en cuanto a su población, una de estas es la cantidad de estudiantes por grado, para el caso de este trabajo que se llevara a cabo en grado 10 solo se cuenta con un (1) estudiante, otra de las características es que son estudiantes que permanecen internados en una sede y por último la visión de la Institución es formar estudiantes en valores que continúen con la formación en humanidades (filosofía, teología) para que se conviertan en activistas de la comunidad religiosa a la que pertenecen.

3. Diseño Metodológico

Teniendo en cuenta que en este trabajo el principal objetivo es la adquisición de un aprendizaje significativo desde las prácticas experimentales y la particularidad de la Institución donde se realizará la intervención, el trabajo se llevara a cabo bajo el enfoque de Investigación-Acción-Educativa (I-A-E) desde un paradigma critico social apoyado de una herramienta metodológica como lo es el método de estudio de caso.

De acuerdo con Restrepo (2002) la I-A-E es un tipo de investigación más centrada en las relaciones de la educación con los procesos sociales paralelos a la misma, donde se distancia de la Investigación-Acción en la medida que la división del trabajo entre practicantes e investigadores se desvanece y se prepara a los practicantes para asumir ambas tareas como una integración, convirtiéndose en una alternativa en investigación sobre educación.

Este trabajo se inscribe bajo el paradigma naturalista entendiendo este como el sistema básico de creencias o cosmovisión que guía al investigador entre otras en la elección de método (Guba y Lincoln 1994). El enfoque es el crítico social, que de acuerdo con Martínez Carazo (2006), se pretende que l*a ciencia social que no sea ni puramente empírica ni puramente interpretativa y sobre todo que ofrezca aportes para el cambio social desde el interior de las propias comunidades.* (p. 2)

Uno de los métodos que hace parte de este paradigma es el estudio de caso, en este sentido Martínez (2006) expresa que el método de estudio de caso se convierte en una importante y

valiosa herramienta de investigación, su mayor fortaleza es que permite medir y registrar la conducta de las personas involucradas en el fenómeno estudiado, el cual se convierte en una forma esencial de investigación en ciencias sociales y en las áreas de educación, política, entre otras.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2006) en el estudio de caso se administra un estímulo a un grupo y luego se realiza una medición de una o más variables para observar el nivel del grupo en estas variables, si bien en este tipo de metodología no hay manipulación de variables hecho por el cuál no hay niveles, ni referencia previa, ni grupo de comparación, el estudio de caso es confiable en sus resultados, más aún tratándose de investigación cualitativa.

Así mismo Stake (2007), plantea que en el estudio de caso se realiza un estudio de la individualidad partiendo de una necesidad de comprensión general y esto es posible debido a que es una base para poder generalizar, solo se estudia un caso, o unos pocos casos, pero se estudian en profundidad, es esto lo que permite formular determinadas generalizaciones para cada uno de los casos.

Partiendo de las descripciones anteriores de estudio de caso, se empleará un diseño flexible entendiendo este como aquellos elementos que presagian en la propuesta escrita, la posibilidad de cambio para captar los aspectos más relevantes de la realidad analizada otra de las particularidades de este estilo de diseño es que le permite al investigador adoptar una postura

abierta, natural, sin restricciones teóricas que impidan el surgimiento inductivo de ideas. (Mendizábal, 2006)

El diseño flexible por lo tanto estará dividido en tres etapas con las cuales se buscan alcanzar los objetivos específicos planteados en el trabajo:

- Recolección de Información inicial: Esta etapa se llevará a cabo mediante la materialización de una encuesta a diferentes docentes de ciencias naturales.
- Propuesta e intervención: La estrategia metodológica mediada por las actividades experimentales se realizará con base a los resultados de la encuesta.
- Evaluación final: A través de un pre-test se realizará una evaluación de la propuesta e intervención. (Mendizábal 2006)

De esta manera se tendrán en cuenta fuentes primarias para la recolección de información, tales como las encuestas que se realizarán a los docentes de ciencias naturales y los cuestionarios resueltos por los estudiantes, así mismo fuentes secundarias los lineamientos curriculares para el área de ciencias naturales, los derechos básicos de aprendizaje, el PEI y la malla curricular de la institución.

Teniendo en cuenta que las encuestas permiten estudiar la diversidad de un tema dentro de una población dada, se realizarán encuestas a los docentes del área de ciencias naturales con el fin de determinar qué tipo de estrategia metodológica utilizan en sus clases (Jansen, 2012).

Los cuestionarios que se aplicaran a los estudiantes son cuestionarios tipo Likert, este tipo de cuestionario arrojara información acerca de cómo se evidencian los aprendizajes en el aula de clase de acuerdo con la estrategia metodológica utilizada por el docente.

Con este estudiante por lo tanto se desarrollará la estrategia mediante la implementación de actividades experimentales, enfocadas en óptica y sonido. Las actividades estarán guiadas por el docente con materiales de fácil acceso como prismas, espejos, lentes convergentes y divergentes, laser, frecuencímetros, parlantes, amplificadores, entre otros.

Las actividades experimentales irán de la mano de una guía en la cual se describirán algunos conceptos necesarios, los objetivos esperados, la metodología a seguir y unas preguntas con respecto a la actividad experimental. Finalizando las diferentes actividades experimentales se realizará un pos-test acerca de las temáticas trabajadas mediante las actividades experimentales.

Teniendo en cuenta que el objetivo es generar aprendizajes significativos a partir de la experimentación en clases de ciencias, la pretensión es que los docentes de cualquier grado del área tengan la convicción de que las prácticas experimentales son de gran ayuda en el proceso de enseñanza, en la medida que se realicen no como el desarrollo de una receta sino con una mirada crítica buscando la corroboración o refutación de la teoría y es a esto último a lo que el estudiante debe llegar.

3.2. Población y Participantes

La población del colegio Heraldos del Evangelio está conformada por 18 estudiantes desde 6º hasta 11º grado. Para efectos de este trabajo y por las características propias tanto del trabajo como del marco legal en lo referente al currículo se seleccionará al estudiante de grado 10º, recalcando que por la particularidad de la institución solo cuenta con un estudiante en este grado.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de información

Los instrumentos para la recolección de la información diseñados para esta propuesta son un pretest por medio del cual el estudiante dará a conocer las ideas previas con las que llega al aula de clase referentes a los fenómenos de reflexión y refracción de la luz.

Se realizarán a lo largo de la intervención pruebas escritas, y se solicitará al estudiante informes de laboratorio de las actividades experimentales en las que se podrá evidenciar y analizar el proceso de enseñanza de los procesos físicos trabajados en la estrategia didáctica.

Finalmente se aplicará un pretest con la intención de analizar si se alcanza o no el aprendizaje significativo de los fenómenos de reflexión y refracción de la luz.

3.4. Delimitación y Alcance

Por el hecho de ser una propuesta enfocada en la experimentación los factores limitantes son los materiales utilizados, aunque la pretensión es realizar las prácticas con instrumentos utilizados en la cotidianidad que sean de fácil acceso y bajo costo económico. La estrategia didáctica mediada por actividades experimentales podría ser implementada en cualquier tipo de institución educativa debido a que los materiales utilizados son de fácil acceso, bajo costo

económico y cotidianos, esto permite hacer la experimentación, dejando atrás la realidad existente en muchas instituciones donde no se encuentran materiales disponibles siendo estos la causa por la cual no se realicen actividades experimentales.

3.5. Planificación de actividades

FASE	OBJETIVOS	ACTIVIDADES REALIZADAS
Fase 1: caracterización	Indagar bibliografía donde estén involucrados aprendizaje significativo y actividades experimentales.	1.1 Rastreo bibliográfico sobre aprendizaje significativo. 1.2 Rastreo bibliográfico sobre actividades experimentales
Fase 2: Diseño	Analizar la implementación de una estrategia didáctica mediada por actividades experimentales y la adquisición de un aprendizaje significativo.	2.1 Diseño de la estrategia didáctica centrada en actividades experimentales. 2.2 Diseño de los test inicial y final. 2.3 Diseño de las guías de laboratorio.
Fase 3: Intervención en el aula	Ejecutar una estrategia didáctica mediada por actividades experimentales.	3.1 Aplicar los instrumentos de recolección de la información. 3.2 Aplicar la estrategia didáctica mediante las guías de laboratorio.
Fase 4: Evaluación	Valorar cuantitativamente y cualitativamente los avances del estudiante durante todo el proceso de ejecución de la estrategia didáctica.	4.1 Elaboración y ejecución de informes de laboratorio por parte del estudiante. 4.2 Aplicación de test. 4.3 Elaboración de mapas conceptuales.

Tabla 2: Planificación de actividades

4. Diseño Unidad Didáctica

4.1. Justificación

La unidad didáctica (UD) que se presenta a continuación se puede entender como lo plantean en Medellín, (2014) “una unidad de programación y actuación docente configurada por un conjunto de actividades que se desarrollan en un determinado tiempo”(p.). Al ser esta de programación y posterior actuación o ejecución se deben diseñar actividades, las cuales estarán en orden secuencial para que la unidad didáctica sea exitosa.

Para el diseño de la UD, se utilizará el ciclo didáctico propuesto por Jorba y Neus Sanmartí (1996), quienes plantean las secuencias de enseñanza desde cuatro fases o momentos:

- Actividades de exploración o de explicitación inicial de ideas.
- Actividades de introducción de nuevos conocimientos
- Actividades de estructuración y síntesis
- Actividades de aplicación a nuevas situaciones.

4.2. Identificación

La presente UD está dirigida a estudiantes de los grados 9º y 11º, para ser desarrollada en doce (12) sesiones u horas académicas, en el caso del colegio Heraldos del Evangelio, cada sesión comprende 80 minutos.

4.3. Objetivos

- Identificar las concepciones alternativas del estudiante con respecto a los fenómenos de reflexión y refracción de la luz.

- Desarrollar actividades experimentales que permitan al estudiante confrontar la teoría con los datos de la práctica.
- Evaluar los conocimientos adquiridos durante la aplicación de la UD a través de actividades de aplicación.

A continuación, se presentan las actividades que se realizarán en cada una de las fases o momentos:

4.4. Actividades

4.4.1. Actividades de exploración o explicitación de ideas.

Para la presente UD se ha realizado una actividad de exploración o de explicitación inicial de las concepciones alternativas que posee el estudiante acerca de los fenómenos de reflexión y refracción de la luz. Esta actividad fue una encuesta con preguntas abiertas en la cual el estudiante debería responder si utilizar ningún tipo de ayuda más que sus conocimientos que ha adquirido a lo largo de su vida.

Colegio Heraldos del Evangelio
"Formando en valores para la excelencia"

ACTIVIDAD DIAGNÓSTICA

FENOMENOS DE REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN DE LA LUZ

ELABORADA POR: Andrés David López Figueroa
ESTUDIANTE: Maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales
Universidad Nacional de Colombia sede Medellín

1. Explica porque en algunos supermercados ubican espejos convexos en las esquinas y no planos.

2. Porque crees que se ve reflejado el arco iris en un disco compacto (CD) al iluminarlo con alguna fuente de luz.

3. Una fibra óptica transmite luz bajo la ley de reflexión, explica cómo se transmiten imágenes y sonidos por este medio.

4. Porque crees que al introducir un lápiz en un vaso con agua este se aprecia como si estuviese quebrado?

5. Porque al observar un objeto sumergido en una piscina nos da la impresión de que esta más cerca de la superficie?

Figura 1: Actividad diagnóstica

4.4.2 Actividades de introducción de nuevos conocimientos.

Para la introducción de los nuevos conocimientos se llevarán a cabo diferentes actividades, con el fin de que el estudiante alcance un aprendizaje significativo, este momento de la unidad estará dividido en tres fases:

- Explicación magistral por pate del docente.
- Observación de videos y utilización de simulaciones
- Explicación magistral por parte del docente

La explicación magistral por parte del docente se llevará a cabo en dos sesiones de 40 minutos cada una[1], en cada una de estas se abordarán por separado los fenómenos de Reflexión y Refracción de la luz, basados en el libro *Física para ciencias e ingeniería con Física Moderna Volumen 2. Séptima edición. Raymond A. Serway y John W. Jewett, Jr.*

- **Observación de videos y utilización de simulaciones.**

Luego de la explicación del docente se presentarán video para cada uno de los fenómenos, estos serán:

- ✓ Reflexión: https://www.youtube.com/watch?v=AhwEwBzDwqs
- ✓ Refracción: https://www.youtube.com/watch?v=_MVvkc0mHC4

[1] Sesiones de clase programadas por la institución.

La simulación que se utilizará para profundizar en los conceptos de reflexión y refracción de la luz fue elaborada por la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.

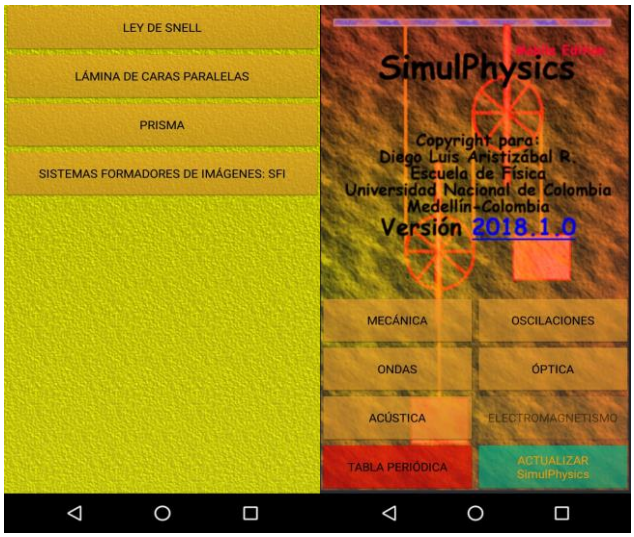


Figura 2: Simulación

4.4.3. Actividades de estructuración y síntesis.

Siguiendo el objetivo general planteado en la investigación, la actividad por medio de la cual se realizará la estructuración y síntesis de los nuevos conocimientos es la práctica experimental. La elaboración de las prácticas experimentales para cada uno de los fenómenos se llevará a cabo en 4 sesiones de 40 minutos cada una, dos sesiones para cada uno de los fenómenos.

Estas prácticas estarán diseñadas con la siguiente estructura:

- Objetivo
- Material
- Montaje
- Procedimiento

- Preguntas

El objetivo de cada una de las prácticas experimentales será demostrar el fenómeno respectivo.

Los materiales utilizados serán proporcionados por el docente

El montaje y el procedimiento lo realizara el estudiante luego de una explicación del docente.

Las preguntas estarán en un cuestionario.

4.*4.3.1 Guías de Actividades Experimentales.*

PRACTICA 1

OBSERVANDO LOS RAYOS INCIDENTES Y REFLEJADOS CON SUS RESPECTIVOS ÁNGULOS

OBJETIVO:

Analizar de forma cualitativa el fenómeno de reflexión de la luz.

MATERIALES:

Espejos planos, cóncavos y convexos

Apuntador laser.

Transportador 360º

Hoja blanca

PROCEDIMIENTO

1. Ubique sobre la hoja blanca el transportador de 360º.

2. Al frente de este y formando un ángulo recto ubique el espejo plano.

3. Con el láser apunte hacia el espejo teniendo en cuenta el ángulo por el cuál pasa el rayo de luz al salir (ángulo de incidencia).

4. Observe el ángulo por el cual se devuelve el rayo (ángulo de reflexión)

PREGUNTAS

1. ¿Cómo podrías explicar la relación que hay entre los ángulos?

2. Complete la siguiente tabla:

ÁNGULO DE INCIDENCIA	**0º**	**15º**	**25º**	**35º**	**45º**	**65º**
ÁNGULO DE REFLEXION						

Tabla 3: Ángulos de incidencia y reflexión

PRÁCTICA 2

OBSERVANDO RAYOS Y CÁLCULANDO SUS ÁNGULOS

OBJETIVO

Determinar cuantitativamente el fenómeno de reflexión de la luz hallando los respectivos ángulos.

MATERIALES:

- ✓ Espejos planos, cóncavos y convexos
- ✓ Apuntador laser.
- ✓ Transportador 360º
- ✓ Hoja blanca

PROCEDIMIENTO

1. Ubique sobre la hoja blanca el transportador de 360º.

2. Al frente de este y formando un ángulo recto ubique el espejo plano.

3. Con el láser apunte hacia el espejo teniendo en cuenta el ángulo por el cuál pasa el rayo de luz al salir (ángulo de incidencia).

4. Observe el ángulo por el cual se devuelve el rayo (ángulo de reflexión)

PREGUNTAS

1. Utilizando la Ley de Snell determinar cada uno de los ángulos y complete la siguiente tabla:

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

$$\boxed{\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1}}$$

ÁNGULO DE INCIDENCIA	0º	15º	25º	35º	45º	65º
ÁNGULO DE REFLEXION						

Tabla 4: Ángulos de incidencia y reflexión

PRÁCTICA 3

OBSERVANDO LA LEY DE REFRACCIÓN A TRAVÉS DE PRISMAS

OBJETIVO

Analizar el fenómeno de la refracción de la luz

MATERIALES

- ✓ Prismas con aire y agua.
- ✓ Apuntadores laser
- ✓ Bases de icopor
- ✓ Alfileres
- ✓ Hoja milimetrada
- ✓ Transportador
- ✓ Regla

PROCEDIMIENTO

Para realizar el procedimiento se debe hacer el montaje, tal como se muestra en la figura:

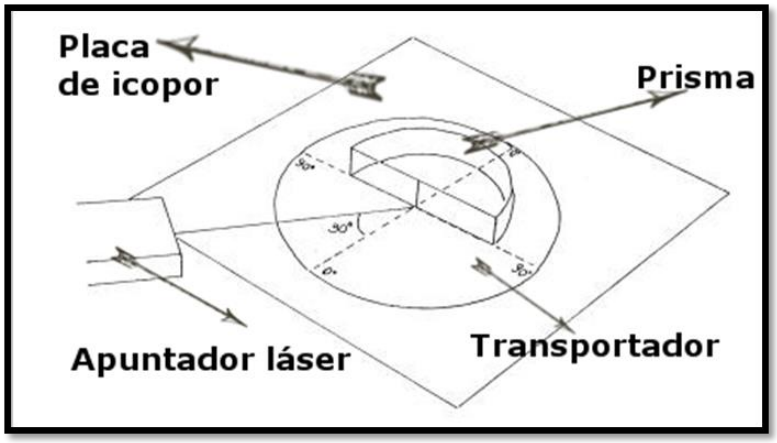


Figura 2: Montaje refracción a través de prismas

1. Con el apuntador laser hacer pasar el rayo incidente sobre la base de icopor en la cual debe sobreponerse la hoja de papel milimetrado.
2. Registrar el ángulo incidente y observar el ángulo de refracción por el cual sale el rayo del prisma.
3. En ambos rayos poner alfileres teniendo especial cuidado en la región en la cual el rayo choca y sale del prisma.
4. Medir los ángulos de incidencia y refracción y registrarlos en tablas

ÁNGULO DE INCIDENCIA						
ÁNGULO DE REFRACCIÓN						

Tabla 3: Ángulos de incidencia y reflexión

Repetir los pasos anteriores con los prismas suministrados por el docente.

PRÁCTICA 4

OBSERVANDO LA LEY DE REFRACCIÓN A TRAVÉS DE OBJETOS CASEROS

OBJETIVO

Determinar con objetos caseros la ley de la refracción.

MATERIALES

- ✓ Vasos de cristal con agua
- ✓ Vasos plásticos
- ✓ Lápices, imágenes, monedas,
- ✓ Apuntador laser

PROCEDIMIENTO

Para llevar a cabo esta práctica se debe realizar los pasos que se describen a continuación:

1. Arrojar la moneda dentro del vaso de plástico vacío y ubicarse en una posición desde la cual esta no se haga visible, luego ir vertiendo agua hasta el momento en el cual se pueda observar la moneda.

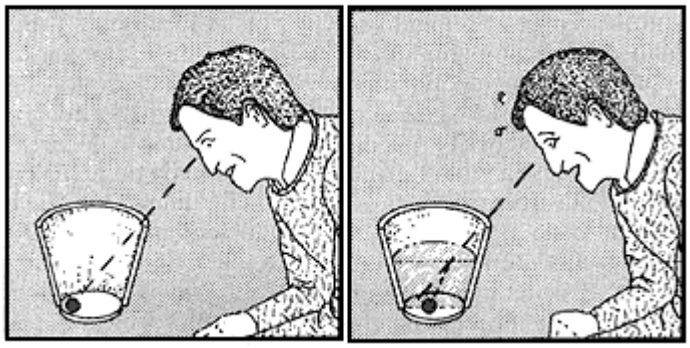


Figura 3: Fenómeno de refracción de la luz

2. En una hoja en blanco realice un dibujo, preferiblemente una flecha y ubíquelo en la parte de atrás del vaso con agua. Observe detenidamente la dirección de la flecha.

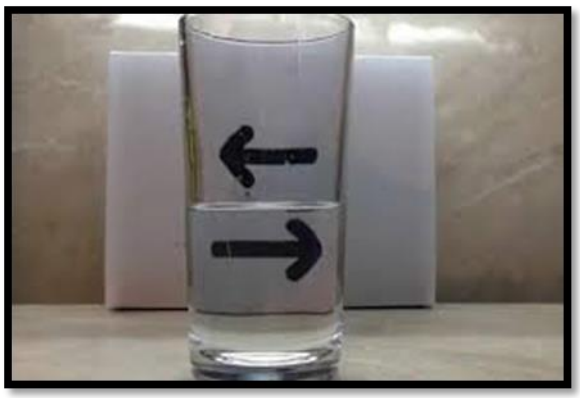


Figura 4: Fenómeno de refracción de la luz

3. En un vaso con agua introducir un lápiz y observar lo que ocurre.

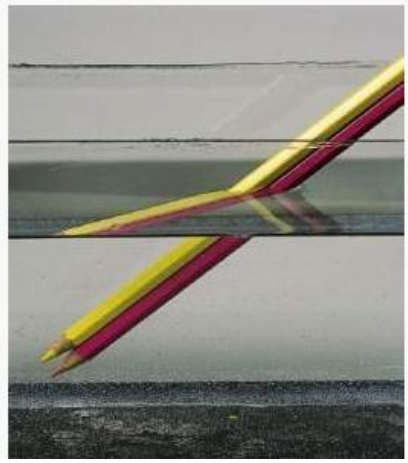


Figura 5: Fenómeno de refracción de la luz

4.4.4. Actividades de aplicación.

4.4.4.1. Lectura y comprensión.

El Pez arquero (Toxotes jaculatrix) vive en el sudeste asiático en las desembocaduras de los ríos. Tiene una forma de cazar a sus presas, insectos que aparecen en las ramas que hay sobre las aguas donde vive. Este pez toma agua, la empuja hacia arriba con la lengua y cierra las branquias, por lo que el líquido se ve forzado a salir por la boca como un chorro a presión. Sería algo parecido a cómo sale en una pistola de agua. Lo curioso de este pez, además de su peculiar método, es que cuando lanza el chorro de agua debe tener en cuenta la refracción de la luz. Debe calcular la posición real del insecto, que no corresponde con la que ve debajo del agua.

Esta capacidad de conocer la refracción de forma instintiva no es exclusiva de este pez; el martín pescador o un águila pescadora son otros dos ejemplos.

A partir del texto anterior responde desde la ley de la refracción cuales serían esos conocimientos adquiridos por el pez para poder alcanzar sus presas. Desde las diferentes actividades desarrolladas responde:

1. Explica la diferencia entre espejos convexos, cóncavos y planos.

2. Cuál o cuáles de los fenómenos explican la visualización del arco iris en discos compactos.

3. Utilizando la ley de la reflexión explica el funcionamiento de la fibra óptica.

4. Explica la ley por medio de la cual se alcanzan a apreciar “como quebrados” los objetos sumergidos en el agua.

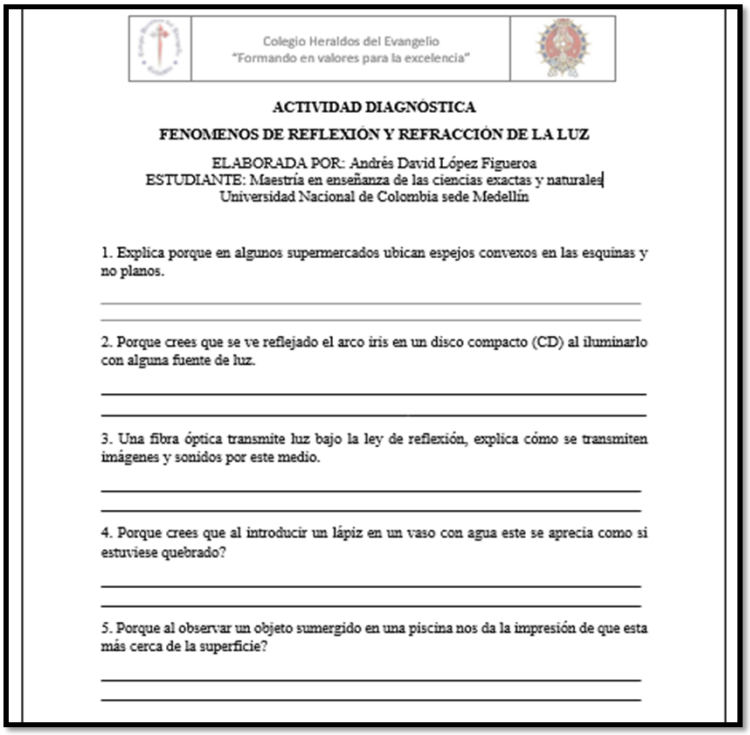
4.5. Evaluación

El proceso de evaluación se llevará a cabo a lo largo de la UD, las prácticas serán evaluadas mediante los informes que el estudiante presentará. Teniendo en cuenta que se pretende darle importancia al proceso experimental, la matematización de los fenómenos trabajados no tendrá mucha relevancia, por lo tanto, no se realizarán pruebas escritas en las cuales el estudiante deba de llevar a cabo la solución de ejercicios basados en fórmulas.

5. Resultados y Análisis

A continuación, se presentan los análisis de los resultados derivados de la aplicación del cuestionario inicial cuya finalidad fue identificar las concepciones alternativas del estudiante. Posteriormente se describe algunos resultados producto de la aplicación de la estrategia didáctica y se va dando cuenta del proceso de aplicación de esta.

Finalmente presentamos el análisis de la actividad final que consistió en la aplicación del mismo cuestionario que se utilizó en la actividad diagnóstica inicial y cuyo objetivo fue evaluar la estrategia didáctica que se llevó a cabo con el estudiante, analizando si se alcanzó o no un aprendizaje significativo de los fenómenos de reflexión y refracción de la luz.



Colegio Heraldos del Evangelio
"Formando en valores para la excelencia"

ACTIVIDAD DIAGNÓSTICA

FENOMENOS DE REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN DE LA LUZ

ELABORADA POR: Andrés David López Figueroa
ESTUDIANTE: Maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales
Universidad Nacional de Colombia sede Medellín

1. Explica porque en algunos supermercados ubican espejos convexos en las esquinas y no planos.

2. Porque crees que se ve reflejado el arco iris en un disco compacto (CD) al iluminarlo con alguna fuente de luz.

3. Una fibra óptica transmite luz bajo la ley de reflexión, explica cómo se transmiten imágenes y sonidos por este medio.

4. Porque crees que al introducir un lápiz en un vaso con agua este se aprecia como si estuviese quebrado?

5. Porque al observar un objeto sumergido en una piscina nos da la impresión de que esta más cerca de la superficie?

Figura 6. Cuestionario de indagación inicial y final.

5.1. Análisis de la Actividad de Indagación de ideas

De acuerdo con los resultados de la actividad diagnóstica se pudo evidenciar que el estudiante presenta dificultades para comprender los fenómenos de reflexión y refracción de la luz. Específicamente, en la pregunta en la que se le pide que explique por qué en algunos supermercados ubican espejos convexos en las esquinas y no planos, su respuesta es*: "Por qué*

las curvas del espejo dan la posibilidad de reflejar más luz lo cual da mayor zona de visibilidad".

A pesar de que la respuesta dada por el estudiante se acerca un poco a los conceptos de reflexión de la luz como fenómeno y además hace la relación del fenómeno con su utilidad en la cotidianidad, le falta claridad en sus argumentos y los elementos que le permitan establecer la relación entre el instrumento, el fenómeno y su utilidad, pues el estudiante únicamente menciona que las curvas reflejan más luz y dan mayor zona de visibilidad, sin profundizar en elementos tales como, centro de curvatura, foco u objeto.

En la pregunta número dos se le solicita al estudiante una explicación del por qué cree que se ve reflejado el arco iris en un disco compacto (CD) al iluminarlo con alguna fuente de luz. La respuesta dada es: *"Porque refleja todos los colores y no absorbe ninguno".* Este tipo de respuesta, que el estudiante expresa desde el conocimiento común se acerca un poco al concepto de reflexión, pero en este caso el estudiante, aunque utiliza en su explicación los conceptos de reflexión y absorción, no da una explicación clara que se cuenta de lo que ocurre con la luz y sus diferentes longitudes de onda.

En la pregunta número tres se pide la explicación de cómo una fibra óptica transmite luz bajo la ley de reflexión transmitiendo imágenes y sonidos, la respuesta del estudiante fue: *"Porque todas las ondas están en constante choque y reflexión"*. En esta explicación hay un acercamiento a la reflexión, pero la relación establecida con el concepto de choque planteada por el estudiante

dista mucho de la teoría dado que, en la fibra óptica, la luz rebota como resultado de reflexiones internas totales sucesivas.

En la pregunta número cuatro, se pregunta al estudiante por qué cree que al introducir un lápiz en un vaso con agua este se aprecia como si estuviese quebrado, su respuesta es: *"Por qué el agua dilata la imagen".* Con esta respuesta el estudiante está demostrando que no posee ningún conocimiento del concepto de refracción ni de su aplicabilidad en la vida cotidiana, no tiene en cuenta ningún concepto aplicado a la luz y sus fenómenos, en este caso el de refracción ni la explicación de que una parte de la energía de la onda incidente se transmite en el nuevo medio que está traspasando.

La última pregunta, en la cual se le pregunta el por qué al observar un objeto sumergido en una piscina nos da la impresión de que está más cerca de la superficie, la respuesta del estudiante es "*Porque el agua dilata la imagen*". Al dar una respuesta exacta a la anterior se corrobora la falta de conocimiento del estudiante en el fenómeno de refracción de la luz.

En la actividad diagnóstica el estudiante ha utilizado únicamente los conocimientos que ha adquirido en la cotidianidad, se puede evidenciar falta de argumentación ya que sus respuestas son cortas, precisas y algunas como la pregunta cuatro y cinco repetitivas, en las que utiliza la misma frase; además se puede leer en sus respuestas la falta de utilización de términos científicos, hay que tener en cuenta que el tema de Reflexión y Refracción de la luz de acuerdo con los lineamientos curriculares se debe abordar en grado 9 y grado 11, a pesar de que el

estudiante está en grado 10, no se muestran elementos que dejen ver la adquisición de estos conocimientos.

5.2. Análisis de la Estrategia Didáctica: Actividades Experimentales

Durante la aplicación de la estrategia didáctica, que tenía como objetivo implementar actividades experimentales y así obtener aprendizajes significativos en los fenómenos de reflexión y refracción de la luz, se destaca la utilización de diversos recursos en el diseño de las actividades experimentales.

La primera actividad llevada a cabo fue la utilización del software *Simul Physics* desarrollado por el profesor Diego Luis Aristizábal de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín; la utilización de este software le permitió al estudiante confrontar la explicación teórica en la clase magistral con lo que se demostraba allí, ayudándole a comprender mejor los fenómenos de reflexión y refracción de la luz.

Esta actividad se desarrolló bajo la observación del docente y con una guía, que le permitiera al estudiante corroborar lo que se había explicado de forma magistral, los resultados de este trabajo fueron satisfactorios, ya que luego de la exploración con el software el estudiante fue capaz de explicar con mayores argumentos cada uno de los elementos que permiten la formación de los fenómenos de reflexión y refracción de la luz, elementos tales como: la normal, rayo incidente, rayo reflejado, rayo refractado, ángulo incidente, ángulo reflejado y ángulo refractado.

Figura 7: Simulacion

Figura 8: Estudiante ralizando la actividad

La segunda actividad experimental estaba encaminada en la observación del fenómeno de reflexión de la luz, en esta práctica el estudiante debía observar los rayos incidentes y reflejados con sus respectivos ángulos, está práctica buscaba corroborar tanto lo que se había explicado en la clase magistral como lo trabajado en la simulación. Durante el desarrollo de esta se pudo evidenciar que el estudiante ya tenía una mejor argumentación del fenómeno de reflexión debido a que diferenciaba los elementos por los que se da este fenómeno, demostrando así unos conocimientos previos.

Figuras 9 y 10. Experimento reflexión de la luz

La tercera actividad experimental también estaba enfocada en la observación del fenómeno de reflexión, pero en esta el estudiante ya debería de dar valores a los ángulos incidentes y determinar los ángulos reflejados, a diferencia de la actividad anterior en esta el estudiante debería aplicar fórmulas, aunque para los ángulos como es bien sabido el ángulo incidente es idéntico al ángulo de reflexión. Fue satisfactorio observar como el estudiante ya tenía un mejor dominio del tema, distinguía los elementos y además era capaz de predecir lo que sucedería.

En las dos últimas actividades, se realizó el trabajo experimental para buscar la comprensión del fenómeno de refracción, esto utilizando prismas y objetos caseros. Con respecto a la actividad en la que se utilizaron prismas el estudiante se vio en la necesidad de tratar de predecir la dirección que seguirían los rayos con base a sus conocimientos previos del fenómeno, además debió aplicar algunos conocimientos de matemáticas utilizando la ley de Snell para corroborar este fenómeno. En cuanto a la actividad experimental en la que se utilizaron objetos caseros el estudiante debió hacer uso de los conocimientos adquiridos tanto en la práctica inmediatamente anterior como en la simulación con *Physics Sensor* del porque ocurrían los diferentes fenómenos, como el por qué se veía el lápiz quebrado o la flecha en dirección contraria.

Figuras 11,12 y 13. Experimento refracción de la luz

5.3. Análisis de la Estrategia Mapas Conceptuales

Una de las estrategias utilizadas para realizar el análisis de la información suministrada por el estudiante fueron los mapas conceptuales construidos por él antes, durante y después de la

aplicación de la estrategia didáctica, cabe destacar que se realizó la explicación de cómo se construye un mapa conceptual basado en el documento[2] antes de iniciar el trabajo.

En su primera construcción se puede evidenciar que el estudiante se limita a dar unas definiciones de los conceptos de reflexión y refracción de la luz desde sus conocimientos cotidianos. En este mapa no se evidencia ningún tipo de conocimientos y a pesar de que el estudiante ha recibido una explicación magistral en la que se incluyen ejemplos sobre la construcción de mapas conceptuales no se aprecia ningún conocimiento adquirido en este sentido.

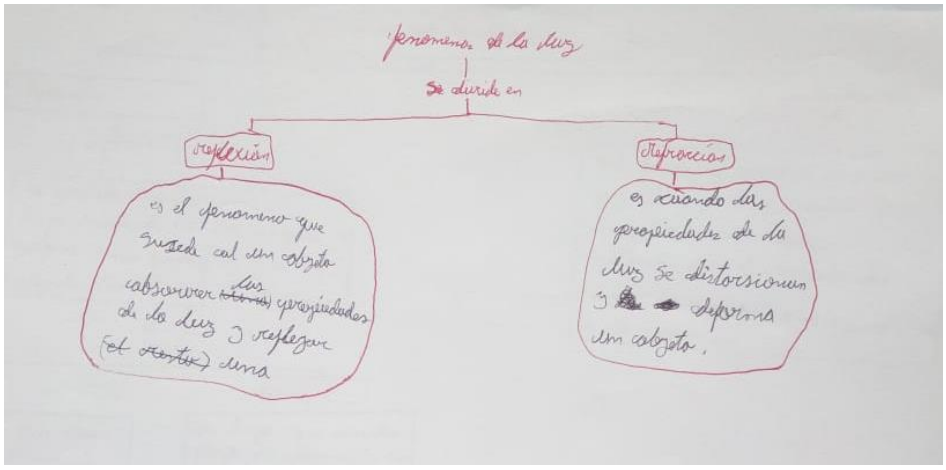


Figura 14. Mapa conceptual: Fenómenos de la luz

[2] Mapa conceptual.http://mapas.eafit.edu.co/rid=18X33Z4QL-3Q4ZY7-DZT/mapaconcept.pdf

La segunda construcción hace referencia igualmente a unas definiciones, aunque unas poco más elaboradas, pero deja de lado la explicación que se le ha dado acerca de la construcción de mapas conceptuales.

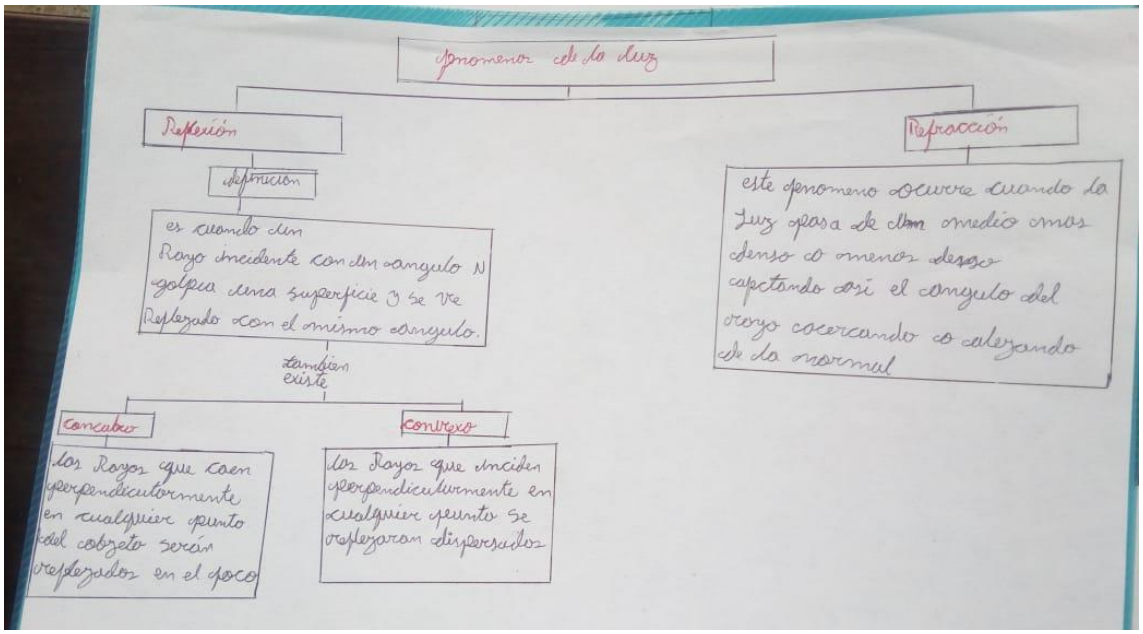


Figura 15. Mapa comceptual: Fenomenos de la luz

Para finalizar, se realiza una segunda explicación acerca de la construcción de mapas conceptuales, se reitera la importancia de que solo sean conceptos, que estos sean jerarquizados y con palabras que los enlacen, además que las definiciones no hacen parte de un mapa conceptual.

Luego de esta segunda explicación y de la finalización de las actividades experimentales el estudiante construyó un último mapa conceptual en el que se evidencian conceptos propios de los fenómenos y donde el estudiante trata de dar una jerarquización a estos.

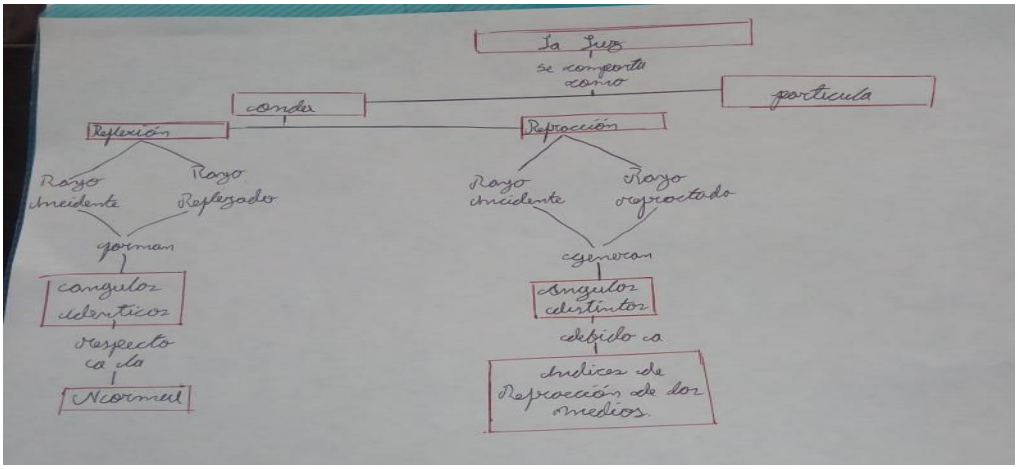


Figura16. Mapa conceptual: La luz

El ejercicio del mapa conceptual final elaborado por el estudiante permite evidenciar la adquisición de conocimientos en cuanto a la explicación de los fenómenos de reflexión y refracción de la luz ya que en este se pueden leer los conceptos más importantes involucrados, además se observa una jerarquización de estos y aunque faltan los conectores entre conceptos si se puede notar el avance entre los dos primeros mapas y este, al relacionar los conceptos de una forma más próxima al conocimiento científico.

Luego de aplicar la estrategia didáctica y validando su articulación con la adquisición de un aprendizaje significativo se observa en el estudiante la capacidad de dar significado a los contenidos trabajados en el aula mediante las actividades experimentales, estos significados se pueden ver en la evolución del mapa conceptual y las respuestas dadas en las actividades tanto inicial como final.

La estrategia didáctica mediada por las actividades experimentales permite a los estudiantes confrontar los nuevos conocimientos con aquellos con los que llega al aula de clase, al analizar las respuestas de las actividades inicial y de cierre y la diferencia entre los mapas conceptuales esta confrontación de los conocimientos queda plasmada en el avance mostrado en ambas actividades, ya que los conceptos utilizados se aproximan cada vez más a los científicos y las respuestas dadas en la actividad de cierre se articulan mucho más a lo trabajado durante las actividades experimentales.

Por último, es de destacar que, aunque fue una estrategia en la que solo participo un estudiante, se evidencia en él un avance significativo, pues desde Moreira (2017) se plantea que "cuando el estudiante capta los significados que el profesor quería que él captase y que son aquellos ya aceptados por una comunidad de usuarios" (p.7) es característico de aprendizaje significativo y teniendo en cuenta la manera de explicar los fenómenos trabajados, a partir de las explicaciones y en las respuestas a las preguntas desarrolladas durante las actividades iniciales y de cierre.

5.4. Análisis de la Actividad Final

Al finalizar la aplicación de la estrategia didáctica se le entrego al estudiante la misma actividad que se realizó como diagnóstico, no se realizó ningún cambio con el fin de poder identificar la adquisición de aprendizajes sobre los fenómenos estudiados. A continuación, se presentan las respuestas:

En la pregunta número uno, que se pide al estudiante explicar porque en algunos supermercados ubican espejos convexos en las esquinas y no planos, el respondió: *"Debido a que los objetos en el espejo se encuentran más cerca de lo que aparentan por lo que ofrecen un campo de visión más amplio ya que están curvados hacia afuera"*

Al comparar las respuestas dadas en esta pregunta antes y después de la aplicación de la actividad se puede evidenciar en el lenguaje una mayor propiedad y más argumentación en cuanto a los fenómenos, el estudiante utiliza conceptos como *objetos y campo de visión,* estos conceptos permiten identificar la adquisición de un conocimiento en cuanto a los fenómenos trabajados.

En la segunda pregunta, del porque crees que se ve reflejado el arco iris en un disco compacto (CD) al iluminarlo con alguna fuente de luz., el estudiante respondió que "*El CD es una rejilla de difracción, que permite obtener el espectro de la luz reflejada sobre él donde cada fuente de luz produce un espectro su propio espectro"*

Las respuestas a esta pregunta antes y después de la aplicación evidencian una gran cantidad de elementos propios de los fenómenos estudiados, *una rejilla de difracción y el espectro de la luz reflejada,* son algunos de ellos, estos conceptos dan claridad de que los conocimientos adquiridos por el estudiante le han favorecido en su argumentación y es capaz de dar respuesta a preguntas de este tipo utilizando conceptos propios de las ciencias.

La tercera pregunta donde se pide explicar como una fibra óptica transmite luz bajo la ley de reflexión y cómo se transmiten imágenes y sonidos por este medio, el estudiante respondió: "*gracias a la reflexión total interna del medio en el que viaja la luz"*.

En esta pregunta, aunque se utiliza el concepto de *reflexión total interna* aún faltan argumentos, pero con respecto a la respuesta dada por el estudiante antes de la aplicación de la estrategia didáctica en la que responde, *"Porque todas las ondas están en constante choque y reflexión"*, se evidencia un avance significativo, con la utilización de conceptos propios de la ciencia y no desde lo cotidiano.

En la cuarta pregunta del porque crees que al introducir un lápiz en un vaso con agua este se aprecia como si estuviese quebrado, el estudiante respondió: "*es que los rayos de luz se desvían, porque viajan más lento al pasar del aire al agua".*

Esta respuesta comparada con la dada en la actividad diagnóstica permite dar claridad que el estudiante adquirió un conocimiento del fenómeno, utiliza elementos claros y propios del fenómeno además de que identifica de manera clara lo que les ocurre a los rayos de luz cuando pasan de un medio a otro con diferente densidad.

Para la pregunta número cinco, donde se pide explicar por qué al observar un objeto sumergido en una piscina nos da la impresión de que está más cerca de la superficie, el estudiante respondió: *"Los rayos de luz se desvían cuando atraviesan materiales de diferente densidad, la luz reflejada llega a nuestros ojos, esta luz al pasar de medio a otro se desvía"*

La comparación de esta respuesta y la dada durante la actividad diagnóstica evidencia evolución en el lenguaje científico del estudiante ya que utiliza conceptos propios de la ciencia y trata de dar explicación al fenómeno con argumentos diferentes a los adquiridos en la cotidianidad.

A partir de estos análisis y teniendo en cuenta lo planteado por Moreira (2017) donde define que “aprendizaje significativo es la adquisición de nuevos conocimientos con significado, comprensión, criticidad y posibilidades de usar esos conocimientos en explicaciones, argumentaciones y solución de situaciones problema incluso nuevas situaciones” (p.2). Podríamos argumentar gracias a las respuestas dadas por el estudiante que, si hubo un aprendizaje significativo, ya que con las respuestas planteadas en el test final demuestra la adquisición de conocimientos con respecto al tema trabajado en la estrategia didáctica.

La manifestación de un lenguaje más profuso con respecto a los fenómenos trabajados es otro de los indicadores de que se ha alcanzado un aprendizaje significativo, a esto se refieren Moreira y Greca (2003), con lo que ellos llaman *concepciones más ricas.*

6. Conclusiones y Recomendaciones

La enseñanza en el aula de clase es un proceso que le permite a los docentes adoptar una diversidad de estrategias con el fin de indagar las concepciones alternativas de los estudiantes. En el caso de la enseñanza de las ciencias esta permite realizar pruebas como test o cuestionarios ya sean escritos u orales y a partir de los resultados obtenidos en estos partir en el proceso de enseñanza, para el caso de la enseñanza de los procesos de reflexión y refracción de la luz, el conocer las diversas concepciones alternativas con las que llegan los estudiantes permite adoptar diferentes estrategias didácticas, es entonces que la estrategia didáctica mediada por actividades experimentales se convierte en aquella que permite alcanzar con éxito un aprendizaje significativo ya que el o los estudiantes confrontan teoría y práctica convirtiéndose esto en un elemento facilitador de la enseñanza.

La experimentación en las clases de ciencias llevadas a cabo mediante una estrategia didáctica le permite al docente desarrollar secuencias que permiten un avance significativo en cuanto a los procesos trabajados en el área de ciencias naturales, en el caso de la experimentación, trabajar primero desde un software y luego llegar a la parte kinestésica donde el estudiante manipula objetos se convierte en una secuencia ideal para adquirir aprendizajes significativos ya que los datos recogidos mediante los software son confrontados en la realidad.

Los resultados arrojados al finalizar la estrategia didáctica son satisfactorios en la medida que las respuestas dadas por el estudiante se acercan a lo estipulado por los autores en lo referente a aprendizaje significativo ya que el estudiante utilizo un lenguaje más nutrido al finalizar la

estrategia para dar respuesta a los diferentes interrogantes planteados en las actividades diagnóstica inicial y final.

La experimentación en ciencias es fundamental, más aún si se busca que los estudiantes adquieran un aprendizaje significativo, pero en ocasiones para el docente ésta se va convirtiendo en un inconveniente ya sea por materiales, por locación o por falta de tiempo, por lo tanto se recomienda que tal como se llevó a cabo en la presente estrategia didáctica estos materiales sean de fácil acceso, de uso cotidiano y donde no sea una necesidad tener un laboratorio con un montaje complejo sino que se pueda realizar en el aula de clase.

Para el trabajo realizado con el software S*imulPhysics* proporcionado en uno de los cursos de la Maestría en enseñanza de las Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín es necesario dar una inducción previa al estudiante, ya que las aplicaciones de este son muy diversas llevando esto a que el estudiante divague entre las muchas opciones que se presentan en él pudiendo así interrumpir el normal desarrollo de la actividad y perdiendo el objetivo central de esta.

Para la enseñanza de la ciencias y en especial del área de física, en la que se encuentran contenidos tan complejos como los de óptica, se convierte en una necesidad revisar el currículo, debido a que en los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales y de acuerdo con lo planteado en Resolución 2343 De junio 5 de 1996 se le da especial relevancia a las prácticas experimentales, ya que se pide al estudiante que "*Diseñe experimentos,*

previniendo en su diseño mecanismos de control experimental" pero en ocasiones los tiempos previstos para alcanzar los objetivos acorde a la cantidad de contenidos son insuficientes obligando al docente a dejar de lado la parte experimental.

7. Referencias

Alvarado, L., & García, M. (2008). *Caracteristicas mas relevantes del paradigma socio-crítico: su aplicación en investigaciones de educación ambiental y de enseñanza de las ciencias realizadas en el Doctorado de Educación del Instituto Pedagógico de Caracas* . Sapiens. Revista Universitaria de Investigación, Año 9, Nº 2, 187-202.

Antonio, Q., & Marta, R. (2014). *Nuevas Tecnologias y Aprendizaje Significativo de las Ciencias*. *Enseñanza de las ciencias, 32*, 101-115.

Arenas, G. (1999). *La física desde los experimentos. Un proyecto de innovación pedagógica*. Departamento de Física, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, pp 81-88.

Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, H. (1976). *Significado y aprendizaje significativo*. Mexico: Trillas.

Beltran, V. (1992). *IV Reflexión y Refracción de la Luz.* [Figura]. Recuperado de http://www.cubaeduca.cu/media/www.cubaeduca.cu/medias/cienciatodos/Libros_2/ciencia3/107/htm/sec_8.htm

DBA. (2016). *Ministerio de Educación Nacional.* Obtenido de Derechos Básicos de Aprendizaje:http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA_C.Naturales.pdf

Díaz, F y Hernandez, G. (1998). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo.* Mexico: Mc. Graw Hill.

Diáz, F.y Hernandez, G. (1999). Constructivismo y aprendizaje significativo. En *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo* (págs. 13-33). Mexico: Mc. Graw Hill.

EcuRed. (2013). *Refracción.* [Figura]. Recuperado de https://www.ecured.cu/Refracción

Feo, R. (2010). *Orientaciones básicas para el diseño de estrategias didácticas*. Tendencias Pedagógicas. Nº 16, 220-236.

González, C. M. (2013). *La enseñanza de la optica desde una conceptualización integradora de sus teorías, dinamizada y orientadaI por una concepción de aprendizaje significativo crítico.* Medellín, Colombia.

Hernández, R., Fernández, C.y Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*, Cuarta edición. Mexico: Mc. Graw Hill.

Hidaldo, M. (2014). *¿Efecto óptico o truco visual? Te mostramos el porqué de este divertido experimento*. [Figura]. Recuperado de https://muhimu.es/ciencia-tecnologia/refraccion/

Iglesias, M. (2004). *El giro hacia la práctica en filosofia de la ciencia: Una nueva perspectiva de la actividad experimental*. Ciencias Humanas y Sociales Nº 20, 98-119.

Jansen, H. (2012). La lógica de la Investigación por encuesta cualitativa y su posición en el campo de los métodos de investigación social. *Paradigmas*-4, 39-72.

Magallanes. C (2001). *El Profesor de Ciencias.* [Figura]. Recuperado de http://biblioteca2.unsl.edu.ar/website/enjpp/prof-cs/numero15/index.html

Martín, J. F. (2014). *Aprendizaje activo aplicado a la enseñanza del fenómeno óptico de interferencia de la luz en el marco del proyecto ondas de Colciencias en la isla de San Andrés*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá-Colombia.

Martín, M. y Kempa, R. (1991). *Los alumnos prefieren diferentes estrategias didácticas en la enseñanza de las ciencias en función de sus caracteristicas motivacionales*. Enseñanza de las Ciencias, 59-68.

Martinez, P. (2006). El método de estudio de caso: estrategia metodologica de la investigación cientifica. *Pensamiento y Gestión, 20*, 165-193.

MEN. (1998). *Serie Lineamientos Curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. Obtenido de MInisterio de Educación Nacional: https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-339975_recurso_5.pdf

MEN. (2004). *Estandares básicos de competencias en Ciencias Sociales y Ciencias Naturales.* Obtenido de MInisterio de Educación Nacional: https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf

Mendizábal, N. (2006). Los componentes del diseño flexible en la investigación cualitativa. *Estrategias de Investigación cualitativa*, 65-105.

Moreira, M. A. (2017). Aprendizaje significativo como un referente para la organización de la enseñanza. *Archivos de Ciencias de la Educación, 11 (12).*

Nouel, G. (2017). *Prototipo didáctico para el aprendizaje de la ópticaen estudiantes de 3er. año de educación media. Caso: DIFRACCIÓN, REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN DE LA LUZ en el C.C. Carlos Arvelo*. Bárbula, Venezuela.

Raymond A. Serway y Jewett. J. M. (2005) *Física para ciencias e ingeniería con Física Moderna*, Volumen 2. Séptima edición.

Ré, M., Arena, L.y Giubergia, M. (2012). Incorporación de TICs a la enseñanza de la Física. Laboratorios virtuales basados en simulación. *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación, 8*, 16-22.

Stake, R. (2007). *Investigación con estudio de Casos.* Madrid: Morata.