

*“LAS SIMULACIONES, UN RECURSO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE  
LA ÓPTICA”*

JORGE HUMBERTO MARTÍNEZ MURILLO

ROBINSON ALBERTO MOQUERA ISAZA

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN  
MEDELLÍN  
2012

*“las simulaciones, un recurso didáctico para la enseñanza de la óptica”*

JORGE HUMBERTO MARTÍNEZ MURILLO

ROBINSON ALBERTO MOSQUERA ISAZA

Monografía para obtener el título de Licenciado en Matemáticas y Física

Dirigido por:

Edilma Rentería Rodríguez

Magister en Educación

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Medellín

2012

Nota de aceptación

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

## **AGRADECIMIENTO**

Los autores expresan sus agradecimientos A Dios y a la Virgen patrona principal de nuestra existencia, a la Universidad de Antioquia, por ser la forjadora de nuestros sueños, emblema de los Antioqueños, constructora de una sociedad pujante, a nuestra asesora de Práctica Edilma Rentería Rodríguez, que con su paciencia, sus conocimientos, aportes en física, su dedicación y esmero, ha posibilitado el desarrollo y culminación de la investigación, a los Asesores de Práctica que con sus aportes y críticas pertinentes, han permitido el fortalecimiento de la misma, a la institución Educativa San Luis Gonzaga de Copacabana Antioquia, en especial a los estudiantes del grado once cuatro, promoción 2011, que permitieron crecer en nuestra formación y vocación docente y finalmente a todas nuestras familias, por su acompañamiento y comprensión incondicional, en el desarrollo de este trabajo.

## DEDICATORIAS

Yo, Jorge Humberto Martínez Murillo deseo hacer mi dedicación a mi esposa Teresa Macías por su apoyo incondicional, a nuestras familias, razón suficiente para emprender los más nobles proyectos de formación, a nuestros profesores de toda la carrera que nos han acompañado y contribuido en el proceso de formación profesional, a nuestros compañeros que nos han servido de soporte y no nos han permitido desfallecer cuando los ánimos han decaído, a nuestros alumnos de todos los tiempos y lugares, nuestra razón de ser, aliciente en la búsqueda de nuevos caminos, que nos permiten compartir y encontrar otras verdades.

Yo, Robinson Alberto Mosquera Isaza deseo dedicar este trabajo de grado con amor y cariño a:

Dios que siempre ha estado ahí para iluminarme, fortalecerme, darme comprensión y en especial por darme la oportunidad cada día de contemplar las mañanas y la tardes para ponerle el empeño y la dedicación a este trabajo, además también por darme la oportunidad de disfrutar la maravillosa familia con la que cuento.

A mi madre Carmen, que ha sido mi primera inspiración para superarme cada día sin importar las adversidades e indiferente según ella, de lo que sucede o digan

siempre, estar con la cabeza arriba. Además junto con el creador han sido los autores del comienzo de mi vida y de a poco han propiciado que la brecha del camino del éxito sea más amplia. También a mi hermano Juan José y mi hermana Gina Marcela que no dejan de ser parte de mi vida y que siempre estarán presentes bajo cualquier circunstancia.

Así mismo, a mi esposa Diana que ha sido pilar fundamental y segunda inspiradora de cada una de las cosas que a diario realizo, por su comprensión, amor, acompañamiento, apoyo incondicional y por estar siempre atenta a cualquier situación que requiera ser escuchada.

Y por último a mi amada hija Anny Camila, que en adelante a su existencia en este mundo ha sido, es y será motivación de amor, superación, dedicación, persistencia en realizar lo que fuere y sin importar lo complejo que sea.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<b>Introducción</b>	<b>10</b>
<b>1. OBJETO DE ESTUDIO</b>	<b>13</b>
1.1. Exploración y planteamiento del problema	14
1.2. Justificación	15
1.3. Objetivos	16
1.3.1. General	17
1.3.2. Específicos	17
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	<b>18</b>
2.1. Contenido didáctico	20
2.1.1. Las simulaciones	20
2.1.1.1. Aspectos etimológicos e históricos	20
2.1.1.2. Definición de simulación	21
2.1.1.3. Simulaciones en el ámbito social	25
2.1.1.3.1. Clasificación de las simulaciones	25
2.1.1.3.2. Importancia de las simulaciones	25
2.1.1.4. Simulaciones en la educación	29
2.1.1.4.1. Importancia de las simulaciones en la educación	29
2.1.1.4.2. Función de las simulaciones en la enseñanza	30
2.1.1.4.3. Cómo utilizar las simulaciones en la	

enseñanza de la física	32
2.1.1.4.4. Antecedentes	38
2.2.  Contenido específico: óptica	41
2.2.1. La importancia de las tics en la enseñanza de la física	41
2.2.2. Sobre óptica	44
2.2.3. La Luz	45
2.2.3.1. Historia y naturaleza de la luz	47
2.2.4. Reflexión	50
2.2.4.1. Ley de la reflexión	51
2.2.4.2. Reflexión difusa	52
2.2.5. Refracción	53
2.2.5.1. Ley de Snell	54
3. DISEÑO METODOLÓGICO	56
3.1. Tipo de investigación	57
3.2. Población y muestra	58
3.2.1. Descripción y selección de la población objeto de estudio	58
3.2.1.1. Muestra	58
3.2.1.2. Selección de la muestra	59
3.3. Proceso de recolección de información	60
3.4. Proceso de análisis de resultado	62
4. ELABORACIÓN DE INSTRUMENTOS	64
4.1. Pre-test y pos-test de óptica	65
5. ESTRATEGIA DIDACTICA	67
5.1. Componentes conceptuales	68
5.2. Componentes procedimentales	69
5.2.1. Organización de los estudiantes	70
5.2.1.1. Funciones del docente	71



5.2.1.2.	Normas de convivencia	74
5.2.1.3.	Articulación de los componentes conceptuales y procedimentales	74
5.3.	Actividades de campo	76
5.3.1.	Organización del ambiente de trabajo	78
6.	Análisis de resultados	84
6.1.	Análisis de ideas	87
6.2.	Análisis de resultados post-test	90
6.3.	Análisis general	94
7.	Conclusiones y recomendaciones	97
7.1.	Conclusiones	98
7.2.	Recomendaciones	99



# *INTRODUCCIÓN*

## INTRODUCCIÓN

No podemos desconocer las bondades de la tecnología, en los últimos tiempos hemos visto como ésta, se ha inmerso al interior de la sociedad, de la familia e incluso en el aula de clase. De acuerdo a numerosas investigaciones la tecnología ha jugado un papel fundamental en la educación, de igual forma se resalta que ha favorecido el desarrollo de la humanidad y que ha enriquecido el currículo, constituyéndose en una herramienta más de enseñanza, beneficiando principalmente la labor docente. A partir de estos antecedentes, los docentes tenemos la necesidad de apoyarnos en propuestas alternativas de enseñanza y aprendizaje que a través de un proceso paralelo, donde lo teórico y lo práctico al unísono con lo abstracto y lo intuitivo del conocimiento contribuyan a la formación del estudiantado, para llevar a cabo tal proceso, debemos aprovechar las herramientas que están a nuestro alcance, en este caso la tecnología, específicamente las simulaciones.

Aunque las tecnologías de la información se encuentran cada vez más frecuentemente en la sociedad y en el ámbito educativo, su uso como herramienta habitual en el proceso de enseñanza y aprendizaje aún es limitado y restringido, pues no ha habido una apropiación de estos recursos ni se han explotado lo suficiente en pro de la educación, razones que nos obligan a resaltar su impacto en la educación a través de esta investigación.

Herramientas como lo son las simulaciones nos ofrecen una percepción diferente de los fenómenos, nos permite manejar las variables que intervienen en éstos para facilitarnos su análisis, de igual forma el estudiante se siente identificado con todos estos medios y con las situaciones que se le presentan a través de ellos, contribuyendo de igual forma a crear un ambiente adecuado para el desarrollo de la clase, pues se puede captar más fácilmente la atención de ellos.

Es importante señalar la importancia de las simulaciones como recurso de enseñanza y aprendizaje de la física, sin desconocer los riesgos que se corren si no se usan debidamente, por lo que en el siguiente trabajo analizaremos cómo deben ser utilizadas las simulaciones y la incidencia que tiene su uso como recurso de enseñanza y aprendizaje de la física, esto se hará a través de la utilización de una estrategia didáctica basada en el uso de las simulaciones para la enseñanza y aprendizaje de la óptica en los estudiantes de undécimo grado de la institución educativa San Luis Gonzaga.

La investigación partirá de conocer las ideas previas de los estudiantes sobre óptica, para posteriormente diseñar una estrategia con la utilización de las simulaciones bajo la investigación dirigida que permita un mejor aprendizaje del tema, luego realizaremos un pos-test que nos facilitará comparar los conocimientos iniciales y los adquiridos en el aula, cambios que analizaremos cuantitativamente para visualizar la incidencia de los medios audiovisuales en el aprendizaje conceptual de los estudiantes. Para lograr lo mencionado anteriormente, la investigación trata aspectos didácticos y etimológicos sobre las simulaciones, a demás aspectos conceptuales sobre óptica, tema a enseñar, y luego se organiza y estructura la estrategia para ser aplicada y por ultimo analizada.



***CAPÍTULO N°1***

***OBJETO DE***

***ESTUDIO***

## **1. OBJETO DE ESTUDIO**

### **1.1. Exploración y planteamiento del problema**

La educación presenta falencias, con frecuencia en las aulas de clase se estandarizan y se homogenizan las metodologías de enseñanza aprendizaje, sin importar las necesidades y las particularidades que presentan los educandos de las diversas regiones. Una de las dificultades que se encuentran en el proceso de enseñanza y aprendizaje, se haya particularmente en las ciencias naturales, especialmente en la enseñanza de la física, hecho que se puede corroborar en el rendimiento académico de los estudiantes, en los resultados de las Pruebas de Estado (ICFES), e Olimpiadas de Matemáticas. La Institución Educativa San Luis Gonzaga de Copacabana no es ajena a dicha situación, pues se observa cómo la gran mayoría del estudiantado reprueban el área de la física y en muchas ocasiones sienten cierta apatía hacia ésta, observándose además como factor agravante la falta de utilización de estrategias alternativas por parte de los maestros para contribuir al mejoramiento de esta situación.

Partiendo de las dificultades anteriores, vemos la necesidad de investigar en esta institución, sobre nuevas alternativas que ayuden a cambiar este panorama, haciendo uso de las nuevas tecnologías, especialmente las TICS (tecnologías de la Información y Comunicación), concisamente sobre el uso de una herramienta didáctica como lo son las simulaciones, llevadas al aula como recurso complementario en la labor docente, de tal forma que contribuyan a la formación de los estudiantes.

A través de esta investigación se pretende mostrar cómo podemos utilizar las simulaciones como recurso complementario para la enseñanza y aprendizaje de la física, específicamente de la óptica, y además se busca resaltar la incidencia de su utilización en el aula.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

No se puede ocultar que la ciencia y la tecnología han transformado numerosos espacios de las sociedades contemporáneas. Existe una evidente relación entre el cambio social y el desarrollo tecnológico. Los estudiantes y las personas en general vivimos en un mundo más tecnológico que científico, que está cambiando la cultura y la manera de relacionarse con los demás. La escuela no puede ser ajena a dichos cambios. En los últimos años, aumentan las investigaciones que abogan para que las herramientas tecnológicas hagan parte de la vida cotidiana de la vida escolar.

Las herramientas informáticas pueden ser valiosas en procesos de enseñanza-aprendizaje. El joven de hoy, se impresiona por el ícono, la imagen, lo visual y lo auditivo, lo cual le permite una representación de la realidad y del objeto de estudio.

En el estudio de la física, los applets pueden ser una forma alternativa de representar aquellos fenómenos, que el estudiante no puede visualizar directamente. Éstos permiten sumergirse en un mundo ideal, un mundo fantasioso en el que se pueden eliminar algunas variables. Por ejemplo, en una simulación se puede eliminar, la fuerza de fricción en la caída de objetos, en los desplazamientos de cuerpos en un medio de fuerzas resistivas; cosa que en la vida real sería imposible enfrentar.

En el contexto de nuestro centro de práctica, la Institución Educativa San Luis Gonzaga, se puede observar que en cuanto al uso de herramientas tecnológicas, se presentan diferentes falencias, en primer lugar, existe limitación en medios tecnológicos que tiene como tal el área de física para promover clases didácticas apoyado en las TIC'S. En segundo lugar, no se cuentan con elementos como un laboratorio virtual, apropiados para enseñar los conceptos de física. La docente titular del área de física con frecuencia no utiliza los pocos recursos tecnológicos en el proceso de enseñanza aprendizaje. Todas estas razones han sido aliciente para hacernos la siguiente pregunta:

*¿Qué incidencia tiene el uso de las simulaciones como recurso de enseñanza, en el aprendizaje conceptual sobre fenómenos relacionados con óptica, en estudiantes de undécimo grado de Institución Educativa San Luis Gonzaga?*

*Otras preguntas que apoyan la pregunta central*

- *¿Cómo usar las simulaciones en el aula para que contribuyan al aprendizaje conceptual de los estudiantes?*
- *¿Qué incidencia tiene el uso de las simulaciones en el aprendizaje conceptual de los estudiantes?*
- *¿Qué papel desempeña el uso de las simulaciones, en el aprendizaje de la óptica*



### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. General**

Analizar la incidencia tiene el uso de las simulaciones como recurso de enseñanza, en el aprendizaje conceptual sobre fenómenos relacionados con óptica.

#### **1.3.2. Específicos**

- Construir una estrategia innovadora en la cual se utilice la simulación, como recurso para la enseñanza y aprendizaje de la física.
- Describir la incidencia que tienen el uso de simulaciones en el aprendizaje conceptual de los estudiantes.
- Analizar los tópicos de la óptica en los cuales el uso de las simulaciones facilita el aprendizaje de los estudiantes.
- Describir las funciones que desempeña el uso de las simulaciones como recurso facilitador, de la enseñanza y aprendizaje de la óptica.



***CAPÍTULO N°2***  
***MARCO TEÓRICO***

## 2. MARCO TEÓRICO

Con base en el problema planteado anteriormente, el cual es el eje central de esta investigación, se hace necesario definir algunos aspectos teóricos que sirvan como base para sustentar la utilización de las simulaciones como recurso de enseñanza de la óptica.

En primer lugar, se describen los aspectos etimológicos e históricos de las simulaciones, luego se presentan las diferentes concepciones que se tienen a cerca de éstas, centrándonos básicamente en la definición dada por Blanks Jerry (2005) y seguidamente ilustraremos los beneficios que nos brinda el uso de las simulaciones de acuerdo a investigaciones realizadas anteriormente.

El fin entonces es indagar acerca del papel que cumple las simulaciones en la enseñanza de la física y la forma en que deben ser llevadas al aula, y a partir de todo esto, diseñar una estrategia innovadora, haciendo uso de las simulaciones como recurso complementario para la enseñanza y aprendizaje de la física, para luego analizar desde nuestra experiencia cómo inciden en el aprendizaje de los estudiantes.

## **2.1. CONTENIDO DIDÁCTICO**

### **2.1.1. Las simulaciones**

#### **2.1.1.1. Aspectos etimológicos e históricos**

Aunque la construcción de modelos tiene su inicio en el Renacimiento, el uso moderno de la palabra simulación, data de 1940, cuando los científicos Von Newman y Ulam, que trabajaban en el Proyecto Monte Carlo durante la segunda Guerra Mundial, resolvieron problemas de reacciones nucleares, cuya solución experimental sería muy costoso y el análisis numérico usado complejo. Un foco especial que lleva a este tipo de simulaciones, es la simulación de problemas probabilísticos, especialmente el método De Montecarlo, hace referencia a que unos físicos atómicos, introducen este método para calcular el blindaje de plomo que debía utilizarse para frenar los neutrones producidos por la fisión nuclear: que consiste en que se recurre a la utilización de números aleatorios, generando miles de eventos que son evaluados en forma estadística.

En el campo de la educación, la simulación surge como una propuesta para dar acceso a aquellos conceptos, que requieren un nivel de pensamiento superior, un proceso racional que supere lo perceptivo, donde lo real y lo imaginario confluyan en una nueva propuesta de conocimiento, para dar solución a un objeto de conocimiento y acercarse a la realidad. Ésta permite el acceso a un conocimiento que va más allá de lo tangible, donde posiblemente otras alternativas de orden pedagógico no estarían en capacidad de suplir.

Un fundamento racional para usar la simulación en cualquier disciplina, es la constante lucha y búsqueda del hombre por adquirir conocimientos relativos que le permita adelantarse, comprender y analizar los fenómenos que suceden en el contexto, dado que el ser humano vive en constante búsqueda de aquello que él no conoce, su objetivo principal es optimizar el rendimiento del sistema; entendido éste como “una colección de entidades relacionadas, cada una de las cuales se determina por atributos o características que pueden estar relacionadas entre sí” (Fishman, 1978, pg 23), y obtener así un mejor rendimiento en la estrategia de aprendizaje, que conduzca a resultados más óptimos en la enseñanza de la física, particularmente en el tema de Óptica, apoyándonos teórica y prácticamente desde las simulaciones, que es el tema que nos interesa, cuyo centro o foco de interés nos compete para abordar esta práctica.

#### **2.1.1.2. Definiciones de simulación**

El concepto de simulación subyace bajo un tiempo histórico, éste se remonta desde la década de los sesenta, cuando ya había indicios de algunos investigadores, preocupados por desarrollar e investigar en estos temas, lo cual iba en forma paralela con la revolución educativa propia de esta época. “La simulación consiste en poner a un individuo en un ambiente que imite algún aspecto de la realidad, y en idear dentro de ese marco, un problema que exija la participación actual del alumno para iniciar y llevar a cabo una serie de indagaciones, decisiones y actos, (Mc, Guirre, Christine, 1960)”.

Con el transcurrir del tiempo se han ido construyendo innumerables definiciones de lo que son las simulaciones, veamos algunas de las más aceptadas:

Una definición estrictamente formal de simulaciones es la que nos da West Churchman (1963).

- “X simula a Y” si y solo si:
  - a) X e Y son sistemas formales.
  - b) Y se considera como sistema real.
  - c) X se toma como una aproximación del sistema real.
  - d) Las reglas de validez en X no están exentas de error.

Por otro lado tenemos que las simulaciones son:

- Una técnica numérica para realizar experimentos en una computadora digital. Estos experimentos involucran cierto tipo de modelos matemáticos y lógicos que describen el comportamiento de sistemas de negocios, económicos, sociales, biológicos, físicos o químicos a través de largos períodos de tiempo, (H. Maisel y G. Gnugnoli, 1972).
- Una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora digital. Estos experimentos comprenden ciertos tipos de relaciones matemáticas y lógicas, las cuales son necesarias para describir el comportamiento y la estructura de sistemas complejos del mundo real a través de largos períodos de tiempo, ( Thomas H. Naylor, 1975).
- Simulación de un sistema (o un organismo) es la operación de un modelo (simulador), el cual es una representación del sistema. Este modelo puede sujetarse a manipulaciones que serían imposibles de realizar, demasiado costosas o imprácticas, (Shubik, 1975).

- Es un sistema para conocer cómo cambian sus estados y predecir y controlar dichos cambios, (Edelman, 1979).
- Es una técnica que puede utilizarse para resolver una amplia gama de modelos, (Roger Schroeder, 1983).
- Es el proceso de desarrollar un modelo de un problema y estimar las medidas de su comportamiento llevando a cabo experimentos muestrales sobre el modelo, (Davis y Mckeown, 1986).
- Es la modelación de un proceso o sistema, de forma tal que el modelo imite la respuesta del sistema real para eventos que tengan lugar en el tiempo, (Schriber, 1987).
- Es el proceso de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema o proceso y conducir experimentos con este modelo con el propósito de entender el comportamiento del sistema o evaluar varias estrategias con las cuales su puede operar el sistema, (Robert E. Shannon, 1988)
- Es la imitación de un sistema dinámico usando un modelo de computadora con el fin de evaluar y mejorar el desempeño del sistema, (Harrell, Ghosh y Bowden, 2003).

- Simulación de eventos discretos es el conjunto de relaciones lógicas, matemáticas y probabilísticas que integran el comportamiento de un sistema bajo estudio cuando se presenta un evento determinado, (García Dunna, 2006).

Y la definición con la que más nos identificamos y en la que nos vamos a centrar para realizar esta investigación es la siguiente:

- Es el desarrollo de un modelo lógico matemático de un sistema, de tal forma que se tiene una imitación de la operación de un proceso de la vida real o de un sistema a través del tiempo. La simulación involucra la generación de una historia artificial de un sistema, la observación de esta historia mediante la manipulación experimental, nos ayuda a inferir las características operacionales de tal sistema.

La definición anterior es la dada por Jerry Banks (2005), el cual tiene más de 30 años de experiencia como docente y es un destacado especialista en logística, procesos de control de calidad, sistemas de análisis de inventario, entre otras áreas de la ingeniería industrial, experiencia que lo ha llevado a publicar más de 13 libros y diversos artículos de investigación.



### 2.1.1.3. SIMULACIONES EN EL AMBITO SOCIAL

#### 2.1.1.3.1. Clasificación de las simulaciones

Es de destacar que en el complejo sistema de las simulaciones, existen diversas clases de simulaciones, éstas obedecen a la elaboración de preguntas previas con el propósito de dar respuestas fundamentales, a aquellas inquietudes que se han derivado de la necesidad de satisfacer, perfeccionar y actualizar las diferentes necesidades educativas, que demandan los estudiantes, en el aprendizaje de las áreas, específicamente de la física, las cuales oxigenan el papel de enseñanza de la física. Blanks Jerry, 2005, uno de los más recientes referentes mundial de simulación de procesos, realiza la siguiente clasificación:

Según el modelo y su forma de implementarlo tenemos:

- **Simulación determinística:** cuando acciones sobre el modelo arrojan consecuencias predecibles en las variables de estado que describen el comportamiento del sistema.
- **Simulación estocástica:** cuando acciones sobre el modelo arrojan consecuencias que dependen de distribuciones parapolíticas en las variables de estado que describen el comportamiento del sistema.

Las simulaciones según Jerry, también puede ser dividida en dos categorías según la dependencia con el tiempo:

- **Simulación estática:** es una simulación donde las variables de estado no dependen del tiempo y generalmente consiste en la resolución de las ecuaciones de estado del sistema en un instante dado.
- **Simulación dinámica:** este tipo de simulación es diferente a la anterior, ya que las variables de estado sí dependen del tiempo.

Dentro de la simulación dinámica tenemos una subdivisión relacionada a cómo se maneja la variable tiempo:

- **Simulación discreta** : Entendida ésta como la modelación de un sistema, por medio de una representación, en la cual el estado de las variables cambia instantáneamente en períodos de tiempo separados, es decir, en tiempos contables (Law 2004), otra clase de simulación es:

Al igual que la anterior, es la modelación de un sistema, por medio de una representación en la cual, las variables de estado cambian continuamente en el tiempo, destacando que en esta clase de simulación, las relaciones, de la tasa de cambio de las variables de estado en el tiempo, se regulan por medio de Ecuaciones Diferenciales.

Posteriormente y como resultado de las dos anteriores, surge una combinación de éstas, llamada:

- **simulación discreta o continua**

En este modelo, las variables de estado cambian continuamente con respecto al tiempo y otras cambian instantáneamente en períodos de tiempo separados, en esta clase de simulación, se presentan interacciones entre variables de estado y discretas.

No obstante el proceso de simulación por sí sólo no faculta que el análisis realizado garantice una efectividad del cien por ciento, también es necesario que quien realice el modelo, ajuste los parámetros de simulación e interprete adecuadamente los resultados (Prado Willian 2008). Las simulaciones son una herramienta que no desplaza al ser humano, ni a su conocimiento, por el contrario, convierte al observador, en sujeto activo, quien a su vez puede influir de manera

directa en la medición, destacando que al igual que en un proceso de simulación y en todo proceso científico, que garantice adecuadamente la efectividad de sus conclusiones, exige cierto tipo de metodología, bien analizada y estructurada.

### **2.1.1.3.2. Importancia de las simulaciones**

El mundo, la tecnología avanza a pasos agigantados, cuando pensamos que estamos ante la más magnífica invención del hombre, siempre aparece una nueva creación que supera la anterior, situación que es consecuencia de la inmensa investigación en el campo de la ciencia de la computación. Todos estos estudios nos proporcionan a diario nuevas herramientas para apoyar el proceso de toma de decisiones en diferentes disciplinas y campos de estudios. Una de estas herramientas es la simulación, la cual permite hacer estudios y análisis de diferentes fenómenos de tipo productivo o de control, facilitando detectar los problemas existentes y sus causas, para posteriormente poder proyectar posibles soluciones sin intervenir en el sistema real.

Las áreas de aplicación de las simulaciones son inmensas, pues cada vez son más las empresas y personas que las utilizan para su beneficio. Para visualizar la importancia de las simulaciones basta tan sólo con mencionar algunas de las ramas en la que las simulaciones son utilizadas, entre éstas se encuentran: la medicina, las ciencias naturales, la economía, la astronomía, la física, la química, las matemáticas, las ciencias sociales, etc.

De acuerdo a investigaciones realizadas en la universidad católica de Valparaíso en Chile por la facultad de ingeniería, las simulaciones son muy importantes en todas estas ramas ya que les permite lograr cosas que otras herramientas no

facilitan, entre estas, mencionan las siguientes razones por la cual se debe considerar las simulaciones:

- La simulación hace posible estudiar y experimentar complejas interacciones que ocurren al interior de un sistema dado, ya sea una empresa, industria o subsistema de cualquiera de ellos.
- La información detallada del sistema que se está simulando conduce a un mejor entendimiento del mismo y proporciona sugerencias para mejorarlo.
- Mediante su empleo se adquiere experiencia que puede ser más valiosa que la simulación en sí misma.
- Puede emplearse para verificar soluciones analíticas.
- Se puede estudiar los efectos de determinados cambios informativos, de organización y ambientales, en la operación de un sistema, al hacer alteraciones en su modelo y observar los efectos de éstos en el campo del sistema.

Decimos entonces, que las simulaciones son una herramienta fundamental utilizada para un mejor entendimiento de situaciones, proporcionando información que facilite su mejoramiento, de igual forma puede servir como prueba para ensayar nuevas políticas y reglas de decisión en la operación de un sistema y sobre todo puede llevarse a cabo la exploración de situaciones ahorrando tiempo y sobre todo dinero.

#### **2.1.1.4. SIMULACIONES EN LA EDUCACIÓN**

##### **2.1.1.4.1. Importancia de las simulaciones en la educación**

Estamos en un siglo donde las nuevas tecnologías han evolucionado a velocidades vertiginosas, el hombre del siglo XXI es un ser basado en el ícono, en la imagen; ha colocado la herramienta tecnológica en la cúspide del conocimiento, sin ésta está supeditado a lo inverosímil, este ser racional no se concibe como un ser estático, él tiene que ir trascendiendo a la era tecnológica, y el computador se ha convertido en el descubrimiento “bélico” silencioso, más importante de todos los tiempos, éste se ha introducido en todas las ciencias naturales, especialmente en el de la física, y le ha posibilitado a ésta tomar un mayor auge a nivel científico, también le permitió aventurarse en campos tan estigmatizados y vetados como lo era la educación, ésta con las nuevas tecnologías ha tomado nuevas connotaciones, particularmente en el campo de la enseñanza aprendizaje, gracias a estos avances le ha proporcionado al estudiante un papel protagónico, éste es un ser que ya no acepta un aprendizaje de enseñanza tradicional, la imagen y el ícono se han convertido, para el educando actual, en la carta de navegación de muchos procesos de enseñanza aprendizaje, las estructuras lógicas elementales del educando, ya no obedecen a una edad cronológica, éstas han sido superadas, por una edad que no obedece a patrones cronológicos establecidos, el joven de hoy es un ser que se adentra y se atreve a aventurarse a las nuevas tecnologías, él demanda un aprendizaje de lo inmediato, el joven actual sabe la importancia de los programas de simulación, sabe que éstos, en los últimos años han ido adquiriendo un importante grado de desarrollo y aplicación en la educación científica, gracias al avance progresivo de la informática y al perfeccionamiento de los ordenadores gráficos, las simulaciones proporcionan una representación dinámica del funcionamiento óptimo de un sistema determinado, por lo que ésta

ha ido adquiriendo mayor auge e importancia en la enseñanza, no sólo primordialmente en la enseñanza de la física, sino también en la tecnología, biología, astronomía, medicina, química, geología, al igual que en muchos campos de las ciencias, por lo que permite visionar, el desarrollo de procesos simples o complejos, mostrando la evolución de un sistema perfeccionado del ordenador (López Ruiz 2011).

Es de subrayar que la simulación consiste en situar a un educando en un contexto propicio, donde el alumno pueda imitar, algún aspecto de la realidad y pueda establecer en un ambiente favorable, situaciones problemáticas y reproducir éstas, o al menos similar a las que él tendría que enfrentar en situaciones reales. (López Ruiz 2009).

#### **2.1.1.4.2. Función de las simulaciones en la enseñanza**

No podemos auscultar que las tecnologías de la información y la comunicación, representan y ejercen una influencia fundamental en la educación científica, en la enseñanza, aprendizaje y evaluación de los estudiantes. En el campo de la educación en ciencias Naturales, según algunos autores las simulaciones:

- Permiten mejorar en los estudiantes la comprensión de conceptos abstractos. Mediante el uso de éstas, se modifican parámetros o variables, se reflexiona sobre los factores que influyen en el comportamiento de fenómenos, se emiten hipótesis, se generan conclusiones, entre otros pensamientos de orden superior.

- Facilitan el análisis de los fenómenos, en aquellos casos en que resulta caro, difícil o imposible investigar los objetos reales, la simulación ha permitido desarrollar muchas aplicaciones educativas, interesantes para la enseñanza de la física, especialmente en el estudio de los procesos dinámicos, sistemas de movimiento, gráficas, dibujos de trayectorias, descripciones vectoriales de los fenómenos físicos, descripciones de campos de fuerza, formación de imágenes en óptica geométrica, fenómenos ondulatorios, procesos atómicos y nucleares, de igual forma, también se ha adentrado en el campo de la química, la biología y otras muchas más.
- Ayudan al estudiante en el desarrollo de su modelo mental, sobre el fenómeno en estudio, (Rodríguez, Dalmira, 2009). De igual forma las simulaciones bien estructuradas ofrecen una representación al estudiante.
- Permiten la profundización en el conocimiento de leyes y situaciones físicas, a partir de la observación de la solución de un problema y del comportamiento del sistema y su solución en un amplio espectro de variación de sus parámetros significativos y/o condiciones de trabajo, adquiere experiencia con temas que son normalmente considerados de una gran complejidad matemática.
- De igual forma incentivan a los estudiantes en el aprendizaje y en el reconocimiento de la importancia de la Física, a través del análisis cualitativo de situaciones de la vida real, posteriormente Introducir tópicos modernos en los cursos básicos, así como permitir a los alumnos el contacto directo con la simulación, y finalmente enriquecer la actividad de

laboratorio de los alumnos, a través de la armonización del resultado de la experiencia con la previsión dada por la computadora, (Valadez Rodríguez, 2007).

#### **2.1.1.4.3. Cómo utilizar las simulaciones en la enseñanza de la física**

Las simulaciones pueden hacer un aporte muy significativo en la enseñanza de la física, estos aportes pueden contribuir a que haya un mejor dominio y comprensión de los temas de física en los alumnos, que están en pleno proceso de formación, sin embargo, una vez identificado el algoritmo a seguir con las simulaciones y su contribución al tema específico para ampliar o explicar, es importante que el profesor sepa cómo estructurar éstos para un nivel óptimo de comprensión en los alumnos, por lo tanto si se desea realizar un programa interactivo de simulación, es necesario tener en cuenta que las simulaciones son laboratorios virtuales donde se pueden vivenciar una variedad de situaciones, desde prácticas manipulables hasta visitas guiadas en un ambiente interactivo, donde el estudiante adquiere nuevos conocimientos que luego puede aplicar en la vida cotidiana.

Aunque actualmente contamos con una amplia gama de recursos informáticos para la enseñanza, esto no implica que automáticamente mejore la calidad de la educación, pues estos recursos tan sólo son un apoyo para llevar a cabo la labor docente, permitiendo que el estudiante sea el protagonista de su propio aprendizaje, por lo que el docente debe organizar estrategias e utilizar los recursos adecuadamente para alcanzar las metas planteadas.



Estos recursos informáticos pueden llevarse al aula de diversas formas, cada una de acuerdo a las necesidades de los estudiantes y del maestro. A continuación se ilustran algunas investigaciones donde se muestran cómo deben ser utilizadas dichas herramientas.

Según Ruiz Gutiérrez (1998), las fases en la realización de una actividad de Simulación son las siguientes:

1. Elección de un modelo básico, fácil y sencillo.
2. Estudio de los distintos operadores técnicos básicos.
3. Análisis de los parámetros de Entrada/salida.
4. Estudio Funcional del modelo.
5. Modelización del sistema teniendo en cuenta los flujos de datos y su presentación.
6. Implementación del modelo con una herramienta.
7. Simulación en distintos escenarios.
8. Valoración de resultados

El autor sustenta que en la utilización de herramientas de simulación en el aula es preciso que se sistematice por parte del profesor y que antes de ponerla al servicio de los alumnos, éstos hayan recibido la instrucción necesaria tanto en el terreno que se quiera aplicar, como en el conocimiento de la propia herramienta.

De igual forma aclara que *“el uso de herramientas de simulación no garantiza el éxito en el aprendizaje, si no se parte de un conocimiento de la materia que se está abordando y además en ningún caso se recomienda, el uso de entornos de simulación inadecuados para el nivel en el que se está impartiendo una materia”*.

Por otro lado, en la investigación realizada por María J. Sáenz (p), Juan L. Cano y Paula Román (2003), llamada *“el laboratorio virtual de simulación en gestión de*

*proyectos: primeros pasos*” se considera que los pasos para conseguir y llevar a cabo cada uno de estos experimentos son los siguientes:

1. Establecer el concepto preliminar de laboratorio y la metodología a seguir.
2. Determinar los factores a contrastar en la experimentación y establecer las hipótesis de partida.
3. Diseñar el escenario a implementar en la simulación.
4. Diseñar las herramientas para medir esos factores.
5. Realizar las pruebas pertinentes y la puesta en marcha del laboratorio.
6. Experimentación con participantes en un seminario de formación virtual.
7. Contraste de hipótesis y análisis de resultados obtenidos.
8. Obtención de conclusiones.

Estos autores sugieren que un proceso que resulta clave es el relacionado con las pruebas, al que se le debe prestar especial atención y del que nunca se puede prescindir. Mediante este proceso previo a la experimentación, en el marco de un seminario virtual, se deben ajustar todos los parámetros que rigen el experimento a realizar. Así mismo, se deberá emular el carácter virtual del seminario, estableciendo un proceso de seguimiento de estos parámetros, para poder adquirir criterios acerca de cuáles son los más óptimos a imponer en las futuras simulaciones.

La siguiente investigación, realizada por Jordi Cuadros y Julio Pérez-Tudela de la Facultad de Física, Universidad de Barcelona, “*elaborando laboratorios virtuales bajo la metodología de la investigación dirigida*”, tal como lo señala el título la investigación se centra en llevar las simulaciones o laboratorios virtuales al aula, a través de la investigación dirigida, donde se intenta poner al alumno en

situaciones similares a las del científico. Este método se concreta en un programa-guía de actividades que contempla los siguientes pasos:

1. despertar el interés de los alumnos por el problema que se desea abordar.
2. realizar un estudio cualitativo de la situación, para definir el problema e identificar las variables más relevantes.
3. emitir hipótesis sobre los factores que pueden estar condicionando el resultado del problema y cómo le afectan.
4. elaborar y explicitar estrategias de resolución del problema.
5. poner en marcha la estrategia explicitando y fundamentando lo que se hace.
6. analizar los resultados a partir de las hipótesis planteadas.
7. reflexionar sobre las nuevas perspectivas abiertas por la resolución realizada e idear nuevos problemas susceptibles de investigación.
8. elaborar una Memoria donde se detallen y analicen tanto el procedimiento utilizado como los resultados obtenidos.

En este trabajo los autores sustentan que este enfoque destaca el carácter social del proceso de resolución de problemas y fomenta la comunicación entre los alumnos entre sí y con el docente. El rol del profesor en este modelo consiste en actuar como director de la investigación facilitando la explicitación de procedimientos, actitudes y conceptos en cada momento de la actividad. A demás, afirman que este método didáctico, tiene como característica que puede apoyarse con actividades experimentales por otro lado habituales, en la enseñanza de las ciencias experimentales.

Estrechamente ligado a la metodología de investigación dirigida los autores establecen las características que deben tener las prácticas de laboratorios virtuales para poder mejorar el aprendizaje y la motivación hacia esta materia

1. las actividades ofrecerán un contexto relacionado con la actividad y la práctica científica, que deberá ser motivador para los estudiantes.
2. Las actividades serán abiertas de forma que los alumnos podrán elaborar hipótesis y desarrollar sus estrategias de resolución del problema.
3. las actividades utilizarán simulaciones como espacios para la creación y la exploración de hipótesis por parte de los estudiantes.
4. las actividades podrán utilizarse en distintos contextos (por ejemplo, en el aula de informática o en casa como tarea extra lectiva).
5. Las actividades serán suficientemente complejas como para facilitar su resolución en dinámicas de trabajo cooperativo, y las actividades contendrán el material necesario para facilitar su utilización por parte del profesor incluyendo una ficha didáctica, orientaciones para la realización de la actividad y materiales para el trabajo de los alumnos.

Todas estas investigaciones anteriores nos sirven como base para diseñar la forma como llevaremos las simulaciones al aula, de tal manera que contribuyan en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Dicha estructura queda de la siguiente manera .Una primera parte es en cuanto al papel del docente, y la segunda en cuanto al papel del estudiante:

Docente:

1. establecer una serie de condiciones para asegurar un entorno virtual para que el aprendizaje experiencial se vea perturbado en la menor medida posible.

2. Establecer el concepto preliminar de laboratorio y la metodología a seguir.
3. elección de un modelo (tema para enseñar).
4. diseñar o escoger cuidadosamente la simulación que se va a implementar, de tal forma que se ajuste a las necesidades del modelo y de los estudiantes.
5. Realizar las pruebas pertinentes y la puesta en marcha del laboratorio.
6. Plantear preguntas iniciales o abordar un problema abierto que despierte el interés de los estudiantes, de tal forma que le permita a ellos formularse hipótesis iniciales.
7. Experimentación con participantes en un espacio de formación virtual, acompañando y guiando a los estudiantes en este proceso.
8. Valoración de resultados.

Estudiante:

1. realizar un estudio cualitativo de la situación, para definir el problema e identificar las variables más relevantes.
2. emitir hipótesis sobre los factores que pueden estar condicionando el resultado del problema y cómo le afectan.
3. elaborar y explicitar estrategias de resolución del problema.
4. poner en marcha la estrategia explicitando y fundamentando lo que se hace.
5. analizar los resultados a partir de las hipótesis planteadas.
6. reflexionar sobre las nuevas perspectivas abiertas por la resolución realizada, e idear nuevos problemas susceptibles de investigación.

#### **2.1.1.4.4. Antecedentes**

La utilización de las simulaciones nos puede ofrecer diferentes aportes, pero es importante tener en cuenta que estos pueden ser en pro o en contra del proceso formativo. Ahora, si indagamos investigaciones anteriores acerca del uso de las simulaciones en la educación, podremos tener una visión más amplia acerca de los beneficios y dificultades que se encuentran en su implementación.

En primera instancia, podremos conocer las diferencias que hay entre una práctica de laboratorio virtual y una real, a partir del trabajo realizado por Julián Monge Nájera y Víctor Hugo Méndez Estrada, 2007, sobre las *“ventajas y desventajas de usar laboratorios virtuales en educación a distancia: la opinión del estudiantado en un proyecto de seis años de duración”*, donde los autores concluyen que la utilización de las simulaciones entre otras cosas, permite simular situaciones que en realidad se tendrían escasas posibilidades de ser realizadas; de igual forma que estas simulaciones, permiten repetir un fenómeno cuantas veces sea requerido; igualmente afirman que éstas ayudan a relacionar fenómenos con sus consecuencias y además, que éstas contribuyen al desarrollo de habilidades en el uso de la computadora. Aunque en su investigación pudieron destacar el uso de las simulaciones como recurso importante en la educación, mencionaron además, varios problemas que se les presentaron al implementarlas, entre éstos está el poco conocimiento que tenían la minoría del estudiantado, en el uso de programas de computación, lo cual dificultó al comienzo desarrollar las actividades planeadas, y por otro lado, señalan que se requiere mucho tiempo para estudiar y desarrollar cada laboratorio virtual, a comparación de los laboratorios reales que están restringidos a un tiempo de dos horas.

Otro autor que toca el tema de las simulaciones es Carlos Vásquez Salas, en el 2009, en su trabajo *“laboratorios virtuales”*, donde a través de este artículo,

valora la importancia y el uso de las simulaciones en los centros escolares, como forma de suplir las dificultades por falta de espacio, materiales, coordinación y tiempo de los laboratorios reales en las instituciones. Vásquez Salas afirma que los laboratorios virtuales, nos permiten crear un enfoque constructivista del aprendizaje, donde los alumnos podrán constatar sus hipótesis a través de una experiencia virtual. Para sustentar su postura frente al uso de las simulaciones, Vásquez menciona entre algunas otras, que la utilización de las simulaciones, permiten que los alumnos aprendan por su propia cuenta, fomentando la capacidad de análisis, el pensamiento crítico y la utilización de la tecnología informática, permite además, que los alumnos utilicen productos tóxicos de uso poco común en los laboratorios, sin peligro alguno de poner en riesgo la salud de éstos, y algo muy importante en el uso de estas simulaciones virtuales, es que no supone gasto económico alguno, por parte de los departamentos de ciencias para adquirir nuevos aparatos, productos químicos, etc.

Aunque este autor defiende y promueve el uso de los laboratorios virtuales, reconoce que existen algunos inconvenientes al llevarlos a cabo, pues señala que es necesario que todos los alumnos dispongan de un ordenador personal y si es posible contar con conexión a internet, dice además, que utilizar estos recursos deja a un lado las ideas de los alumnos durante el proceso de aprendizaje, ya que de cierta forma los limita, y sin olvidar que existen ciertos laboratorios virtuales muy difíciles de manejar por los alumnos u otros experimentos que definitivamente son imposibles de realizar virtualmente.

Al igual que Vásquez Salas, otros investigadores como Alberto Pedro Lorandi Medina, Guillermo Hermida Saba, José Hernández Silva y Enrique Ladrón de Guevara Durán, en conjunto, ponen en la balanza la utilización de los laboratorios virtuales junto a los laboratorios reales, a través de un trabajo muy crítico y analítico llamado *“Los laboratorios virtuales y laboratorios remotos en la*

*enseñanza de la ingeniería*”, pero a diferencia del trabajo anterior, estos autores rescatan la utilización de los laboratorios reales en la formación de los estudiantes, dejando claro que a pesar de preferir los laboratorios “remotos” como los llaman, reconocen la importancia de las simulaciones como un recurso complementario en este proceso, ya que cuenta con diferentes virtudes, destacando entre éstas, que la utilización de simulaciones, puede permitir una visión mucho más intuitiva de aquellos fenómenos que en su contraparte convencional, no pueden ser observados con la suficiente claridad gráfica, hacen hincapié, en que a través de éstos el estudiante puede asistir al laboratorio en cualquier momento, haciendo o usando las áreas que sean más significativas para él y recibir además, la asesoría de sus profesores, en los aspectos que su autoaprendizaje requiera, y entre muchas otras virtudes mencionan que usar los laboratorios virtuales, puede dar lugar a grandes cambios e innovaciones en el proceso de enseñanza, permitiendo obtener las competencias necesarias en un menor tiempo.

Estos autores son muy enfáticos al etiquetar las simulaciones, como un recurso innovador y complementario en el proceso de enseñanza y aprendizaje, pero al igual que muchos otros, señalan las falencias existentes en su uso, ellos manifiestan que en el uso de los laboratorios virtuales como en cualquier sistema de enseñanza a distancia, se corre el riesgo que el estudiante se comporte como un simple espectador, por lo que el docente debe contemplar que las actividades en el laboratorio virtual, vayan acompañadas de un guión, guía o manual de práctica y proceso de evaluación, que ayude a que los objetivos se cumplan, consideran también que Internet ofrece muchos distractores, por tanto, para que el proceso de enseñanza mediante los laboratorios virtuales sea útil, se deben seleccionar los contenidos relevantes, y tratar de que éstos resulten lo suficientemente atractivos para mantener la atención del estudiante, y por último sostienen que las simulaciones, por ser una virtualización de la realidad, pueden



provocar en el estudiante una pérdida parcial de la visión de la realidad que se estudia. Además, no siempre se pueden simular todos los procesos reales, lo que implica una cuidadosa revisión del diseño educativo por parte de los profesores.

.Todas estas investigaciones realizadas anteriormente, nos muestran todos los beneficios que podemos adquirir al utilizar las simulaciones como recurso en el proceso de enseñanza y aprendizaje, pero nos advierte además, que debemos tener en cuenta que se presentan muchas dificultades en el uso de éstas, por lo que debemos ser cuidadosos al planear cada una de las actividades y tener claridad de la ruta a seguir, para llevar a cabo la implementación de las simulaciones en el aula.

## **2.2. CONTENIDO ESPECÍFICO: Óptica**

En esta investigación abordaremos el uso de las simulaciones para la enseñanza y aprendizaje de un tema en específico de la física, particularmente en fenómenos referidos a la óptica, por lo que a continuación delimitamos cada uno de los conceptos que se van a trabajar en el aula.

### **2.2.1. La importancia de las tics en la enseñanza de la física**

Las Tecnologías de la Información y la Computación se han convertido, en los últimos sesenta años, en la conexión principal del gran hito de la historia: la globalización. La evolución desde los primeros ordenadores de datos; lentos y estrambóticos, hasta las computadoras actuales; personales, portátiles y cada vez más veloces, junto al desarrollo de las telecomunicaciones en diferentes frecuencias de onda (tv, radio, microondas, etc.), que alcanzaron su cumbre con la aparición y proliferación de la telefonía móvil (celulares), han hecho posible la

interconexión de millones de procesadores de todos los países del mundo a través de la autopista cibernética: Internet.

Un nuevo espectro recorre el mundo: las nuevas tecnologías. A su conjuro ambivalente se concitan los temores y se alumbran las esperanzas de nuestras sociedades en crisis. Se debate su contenido específico y se desconocen en buena medida sus efectos precisos, pero apenas nadie pone en duda su importancia histórica, y el cambio cualitativo que introducen en nuestro modo de producir, de gestionar, de consumir y de morir. (Castell, 1986, p. 2)

El uso cada vez más extendido de la Internet, como medio para consultar información acerca de los más diversos temas de interés particular y general (Internet World Stats, 2008), da la posibilidad a las personas que están en procesos de aprendizaje e instrucción, contar con una gran herramienta que potencializa lo didáctico a bajo costo y con un sinnúmero de material didáctico, a la disposición de todos los usuarios, además, la posibilidad de la interacción con personas conocedoras de la materia en específico del mundo, como lo expresa Castell (2003): "Internet es más que una tecnología, un medio para todo: medio de comunicación, de interacción, de organización social. Un medio en el que se basa una nueva sociedad en la que ya vivimos: la «sociedad en red»" (p.1).

En internet permanentemente se están publicando nuevos programas de los llamados "software educativo", realizados con el contribuir en el proceso de enseñanza aprendizaje en todas las áreas del conocimiento. Al mismo tiempo este hecho representa un gran tarea, en cuanto a la producción de estos elementos por parte de docentes o profesionales, en este campo ya que debe ser una producción

generalizada que ocupe los campos de la utilidad, sino también el aprovechamiento de los campos multimediales, que puedan soportar los medios informáticos de la actualidad, y además que sean para quien los domina, atractivo, agradable e interactivo.

En cuanto a la enseñanza de las ciencias y en específico de la Física que es fundamental, en especial en lo referente al conocimiento acerca de los fenómenos universales y dónde se debe construir una formalización de acontecimientos que nos rodean; ésta ha venido tomando espacio en internet a través de publicaciones de páginas de variada calidad, que tratan contenidos de todas las ramas y áreas vinculadas o, por lo menos, se refieren a los temas de alguna de ellas en particular.

La Óptica, rama de la Física que se ocupa del estudio de los fenómenos luminosos, es parte de esta innovadora forma de publicación, divulgación y enseñanza de conocimientos científicos, que representan las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Los múltiples fenómenos que son susceptibles de estudio, así como, las importantes aplicaciones que se hacen a nivel industrial, comercial y militar, que se derivan de los resultados de investigaciones hechas en el campo de la Óptica, alientan simultáneamente un gran esfuerzo para la divulgación de tales conocimientos en todo el orbe.

Es común encontrar instituciones educativas que no poseen laboratorios, adecuados para la reproducción de fenómenos en ciencias naturales, y docentes que no utilizan la tecnología educativa en los procesos de formación de sus estudiantes. Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC)

constituyen una oportunidad para la integración de distintas situaciones pedagógicas, desarrollando contenidos programáticos en formato electrónico.

Para, Salazar (2005, pp. 6-7) “las tecnologías son recursos, y como tales deben insertarse de manera natural en los planes y actividades didácticas de los profesores y estudiantes, concebidos como proyectos educativos, cuya ejecución deberá orientarse hacia las nuevas formas de enseñanza-aprendizaje”.

La utilización de software con fines educativos ha probado ser favorable para el aprendizaje de diferentes áreas del conocimiento (Quero y Ruiz, 2001; Rojas, 2003; Fuentes y otros, 2005) y en distintos niveles y modalidades educativas. L. Padrón (2005) afirma, que a pesar de la existencia de algunos criterios desfavorables, la opinión mayoritaria no pone en duda las potencialidades del computador y la informática para mejorar el proceso de enseñanza. Sin embargo, agrega que “las TIC no garantizan el éxito pedagógico por sí mismas”, ya que es necesario diseñar con mucho cuidado el programa educativo del cual formará parte. Esto justifica la ejecución de proyectos de investigación de esta naturaleza, de manera individual o en equipos multidisciplinarios que permitan en el corto plazo, la producción de programas educativos para consola u on-line, hechos en nuestro país, con la participación de los especialistas en las distintas áreas del conocimiento científico, y muy particularmente, en el campo de la Enseñanza de la Óptica y otras ramas de la Física.

### **2.2.2. Sobre óptica**

El sentido de la visión, es uno de los órganos más importantes para el ser humano e inclusive actúa como un medio de comunicación del sujeto, lo cual de alguna

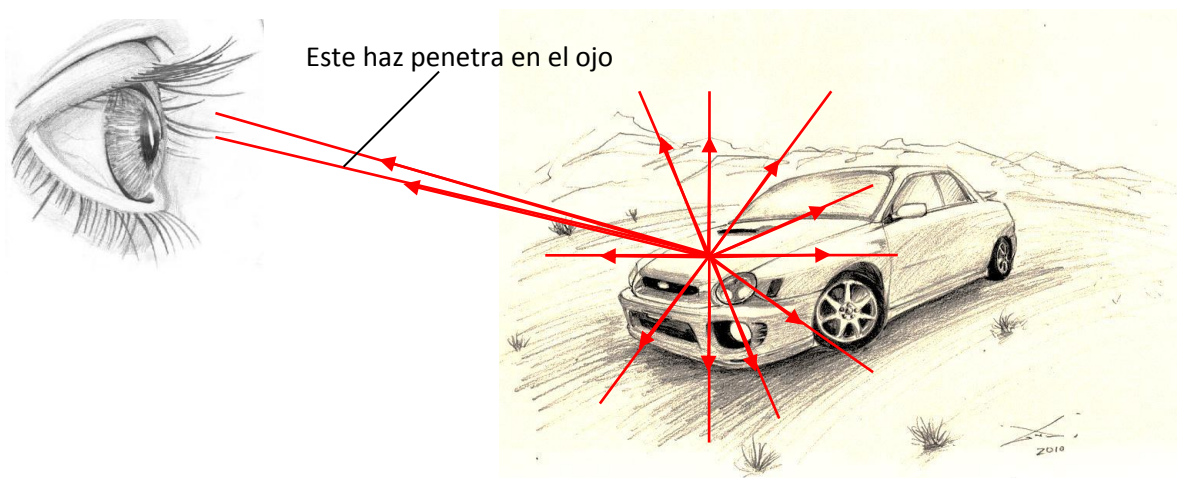
manera le da justificación del por qué la óptica, se ha convertido en una de las ciencias más antiguas en lo que a su estudio se refiere, incluso se puede llegar a afirmar que lo misma óptica como ciencia, existe desde que el mismo hombre tuvo la posibilidad de observar lo que tenía en su entorno, como lo son las montañas, los demás seres humanos en su entorno, el mismo sol, la luna, la estrellas, la lluvia, entre otros. A continuación se realiza un recuento del proceso de construcción de la naturaleza de la luz, y se definen algunos conceptos importantes para esta investigación como reflexión y refracción

### **2.2.3. La luz**

La luz toma relevancia en nuestras vidas, debido a que uno de los cinco sentidos con los que contamos (la visión) nos la permite percibir, gracias a este sentido podemos ver la naturaleza, los animales, a las otras personas y todo lo que nos rodea. Cuando vemos lo que está a nuestro alrededor, lo podemos hacer de dos maneras: una de éstas es cuando el objeto es la fuente de luz, como por ejemplo una bombilla eléctrica, una vela o una estrella, en este caso nosotros vemos la luz emitida por la fuente, y la otra forma de nosotros los humanos ver, es cuando vemos el objeto debido a la luz que se refleja en él, este es el caso de la mayoría de las veces que nosotros vemos un objeto, acá la luz puede originarse en el sol, de igual forma sucede cuando observamos el alumbrado público o una fogata.

Los científicos más sobresalientes de siglos anteriores, resaltan que la luz se desplaza en líneas rectas, por ejemplo, el sol produce sombras bien definidas y la luz relámpago de una cámara fotográfica parece ser una línea recta, por lo tanto nosotros podemos inferir la posición de los objetos que nos rodean, o que nosotros vemos, gracias a los rayos de luz que se desplazan desde los objetos hasta nuestros ojos en trayectorias rectas.

La definición de luz está condicionada por el modelo de rayos de la luz, este modelo supone que la luz, se desplaza en trayectorias rectas conocidas como **rayos**, y un rayo es una idealización: se utiliza para representar un haz de luz infinitamente delgado. Cuando vemos un objeto, según el modelo de rayos, la luz llega a nuestros ojos desde cada uno de los puntos que lo conforman, y pese a que los rayos de luz provenientes del objeto tenga muchas direcciones, sólo un pequeño haz de éstos puede entrar en los ojos de un observador, como se ve en la siguiente figura:



Rayos de luz provenientes de cada punto de un objeto. En la figura se muestra un pequeño haz de rayos que salen de un punto y penetran en el ojo de una persona.

Para resaltar el concepto de refracción es menester tener en cuenta el concepto de ley de Snell, como se resalta a continuación:

### **2.2.3.1 Historia y naturaleza de la luz**

La luz o la forma como se percibe la luz, es una concepción o más bien un interrogante que data de épocas muy antiguas, ya los filósofos se habían ocupado de esta labor, aunque sus definiciones no eran absolutamente satisfactorias, ellos hacían una analogía entre la vista y el tacto, la cual permitía conocer la forma de los objetos, Empédocles “pensaba que la vista no era más que tocar los objetos con una mano larga” , él pensaba que de los objetos salían rayos luminosos que hacían contacto con los objetos y luego recogían su forma, teoría a la cual se le llamó extra misión, Leucipo al contrario creía que de los objetos emanaban rayos que emitían forma y color, y que estas impresiones eran leídas por la vista humana, la cual le daban la forma a los objetos(Álvarez Camacho Guadalupe Lydia y Siqueiros Beltrones Jesús M. 2005)

Según los autores mencionados, el médico Iraki Alhazan descubrió que los ojos desempeñaban el papel de receptores y no de emisores, acertó en explicar que un objeto recibe la luz del medio y la esparce en todas las direcciones, que al contrario, si no hay obstáculo, esta luz esparcida se propaga hacia el ojo y le permite percibir el objeto.

Luego aparece Newton y explica la naturaleza de la luz introduciendo el concepto de corpúsculo o pequeñas pelotitas, este científico expresa que la luz está formada por pequeñas pelotitas que viajan en línea recta acorde a la ley de inercia, la cual se conoce como teoría corpuscular o de emisión (Álvarez y Siqueiros, 2005)

Según los autores Guadalupe Lydia Álvarez Camacho y Siqueiros Beltrones Jesús (Abril-junio 2005), Newton explica el concepto de refracción suponiendo que la

velocidad de las pelotitas (de la luz) aumenta bruscamente al pasar de un medio menos denso a otro más denso, aunque sus detractores sostuvieron que eso de que la velocidad de la luz era mayor en materiales más densos era falsa, sosteniendo como verdadero, que la velocidad de la luz cambia al pasar a un medio más denso, pero en forma de reducción, y explica que la reflexión justificada a través de la teoría corpuscular, consistía en que las pelotitas de que está formada la luz rebotan, además, para él la intensidad de la luz, representa una cantidad de pelotitas que cruzan un punto determinado en una unidad de tiempo, también especifica que la luz de diferentes colores, consiste en pelotitas de diferentes tamaños, donde la más pequeña representa el color violeta, y el rojo representa la más grande, lo que fue refutado por sus seguidores, los cuales explicaron que “la polarización suponiendo que las pelotitas no son redondas, sino que obedecen a cierta forma geométrica y que un filtro polarizado sólo permite pasar a las que tienen una orientación determinada”

Es de resaltar que aunque Newton considerado el padre de la física, no logró dar explicaciones satisfactorias a su teoría de la luz o teoría corpuscular. Luego surgen otros científicos, que revolucionan el concepto de luz, sobrepasando por encima de la teoría de Newton, y asignándole a la teoría de la luz, el concepto de onda, entendida ésta como perturbación del medio que se propaga en varias direcciones, colocando como ejemplo un estanque de agua tranquila (sin viento) y se deja caer una piedra, donde el agua alcanza su altura máxima se llama Cresta, donde alcanza su altura mínima se denomina Valle, Amplitud entendida ésta como el recorrido máximo que el agua puede alejarse de su posición de equilibrio, Longitud de Onda, como el recorrido o La distancia que hay entre cresta y cresta o entre valle y valle (Álvarez Camacho Guadalupe Lydia y Siqueiros Beltrones Jesús M. 2005)



Uno de los revolucionarios del concepto de la naturaleza de la luz, fue el científico Holandés Christian Huygens, éste manifiesta que la luz está hecha de ondas como respuesta afirmativa a la pregunta: ¿no será la luz también una onda? (Álvarez Camacho Guadalupe Lydia y Siqueiros Beltrones Jesús M. 2005), según Huygens en la teoría ondulatoria, manifiesta que la intensidad de la luz está relacionada con la amplitud de la onda, y que los diferentes colores corresponden a variadas longitudes de onda, asignándole a la longitud de onda más larga al color rojo y el color violeta a la longitud de onda más corta.

Huygens también define el concepto de difracción mediante el concepto de onda, él manifiesta que cuando la luz encuentra un obstáculo, cada bolita o cada punto, se convierte en una nueva fuente de ondas que se propagan en todas las direcciones, Dando lugar al concepto de Difracción.

Es de resaltar que la teoría ondulatoria, podía explicar perfectamente propiedades de la luz como la intensidad y el color, al igual que la refracción y la reflexión, unísonamente lo hace Newton con la teoría corpuscular, pero estas últimas no tienen respuesta que satisficieran todas las inquietudes de la Difracción, lo cual conllevó a ciertas discrepancias entre las dos teorías, lo cual generaba una disputa de prestigios entre los dos científicos. (Álvarez Camacho Guadalupe Lydia y Siqueiros Beltrones Jesús M. 2005).

Aunque existen dos modelos que intentan explicar la naturaleza de la luz, actualmente no hay un consenso sobre cuál es realmente esa naturaleza, pues ambos modelos, tanto el electromagnético, como el cuántico cuentan con una buena sustentación teórica, claro que se debe resaltar que el modelo más fuerte en la actualidad es el cuántico, ya que la mecánica cuántica después de las leyes del movimiento de Newton, es la mejor teoría experimentalmente probada, por lo que este modelo tiene mayor aceptación.

#### **2.2.4 Reflexión**

Es de resaltar que en el concepto de reflexión interviene otro concepto como lo es el de absorción, éste es totalmente opuesto al concepto de reflexión, casi se podría explicar uno a razón del otro, por ejemplo un buen absorbente de energía radiante refleja muy poca energía radiante, incluso hasta la gama de energía que se llama luz, un buen absorbente se ve oscuro, es de destacar que un buen absorbente o un absorbente perfecto no refleja energía radiante en absoluto y se ve perfectamente negro. Un ejemplo claro se ve en la pupila, ésta deja entrar la energía radiante sin reflejarla y se ve totalmente negra, cuando se toma una fotografía.

Cuando se toma una fotografía con flash, en algunas se puede observar pupilas de color rosa, esto se debe a la luz que se refleja directamente en la retina, en la parte posterior del ojo.

Otro ejemplo claro se ve cuando uno observa las puertas y las ventanas abiertas de casas distantes, en un momento usted puede observar que éstas se ven negras, esto gracias a que la energía radiante que entra, se refleja muchas veces en las paredes interiores y se absorbe parcialmente en cada reflexión, hasta que queda muy poca en ella o nada.

Un buen reflector es un mal absorbente, los objetos de color claro reflejan más luz y color que los objetos oscuros, por esta razón en verano, podemos observar que las personas buscan frescura de su cuerpo, colocándose prendas de colores claros.

“Los buenos absorbentes son también buenos emisores y los malos absorbentes son malos emisores, es importante observar que si un buen absorbente no fuese además un buen emisor, entonces los objetos negros se conservarían más calientes que los objetos de colores claros y nunca alcanzarían el equilibrio

térmico con los mismos, pero los objetos en contacto sí alcanzarían el equilibrio térmico"<sup>1</sup>

Una prueba de lo anterior sería buscar dos recipientes metálicos de forma y tamaños iguales, uno de ellos de superficie blanca o brillante y el otro recipiente de color negro, llenar los dos con agua caliente, colocarles de a termómetro a cada uno y podrás observar como el recipiente negro se enfría más rápido o a una velocidad mayor, la superficie negra es mejor emisora, otro ejemplo se constataría echando unos cuantos centímetros cúbicos de café caliente en un recipiente negro y otro en un recipiente brillante o metálico, usted podrá observar que el recipiente metálico brillante conserva caliente por más tiempo el café.

otro concepto importante que hace parte de la investigación es la reflexión, éste es un ejemplo que lo observamos en la naturaleza, en la vida cotidiana, pero no somos conscientes a la hora de analizarlo, como por ejemplo cuando se hace incidir un haz de luz en un espejo, la luz no atraviesa éste, sino que es devuelta al aire por la superficie del espejo, acá la onda de luz permanece en el mismo medio en lugar de entrar en un medio nuevo, es decir, se reflejan.

#### **2.2.4.1. Ley de la Reflexión**

Este fenómeno se da cuando un rayo de luz choca contra un medio, en este caso la onda reflejada regresa pero en sentido contrario, a la dirección a la que llegaron, una analogía que representa el fenómeno de la reflexión es la siguiente: cuando se arroja una pelota al piso, ésta rebotará en la misma dirección en que cayó, si se tienen dos dimensiones, la situación es un poco distinta, si lanzas una pelota formando un ángulo con el piso, normalmente rebotará con el mismo ángulo, pero en otra dirección, lo mismo ocurre con la luz.

---

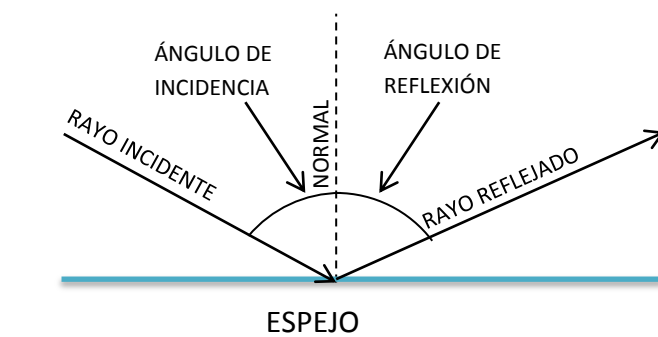
<sup>1</sup> HEWITT G, Paul. Física Conceptual, tercera edición. Addison Wesley, 1999, México.

Una forma de describir la dirección de las ondas incidentes y las ondas reflejadas es por medio de líneas rectas llamadas rayos.

El rayo incidente y el rayo reflejado forma el mismo ángulo con la línea perpendicular a la superficie, llamada normal.

El ángulo que forma el rayo incidente con la normal, llamado **ángulo de incidencia** es igual al ángulo que forma el rayo reflejado con la normal, o sea, el **ángulo de reflexión**.

La ley de la reflexión dice que el rayo incidente, la normal y el rayo reflejado están en el mismo plano.



#### 2.2.4.2. Reflexión difusa

Este fenómeno ocurre cuando un rayo de luz, incide sobre una superficie áspera o rugosa, en este caso el rayo de luz se refleja en muchas direcciones, y aunque cada rayo obedece a la ley de la reflexión, la gran variedad de ángulos, que los rayos incidentes encuentran, es causa que la reflexión tenga lugar en muchas direcciones.

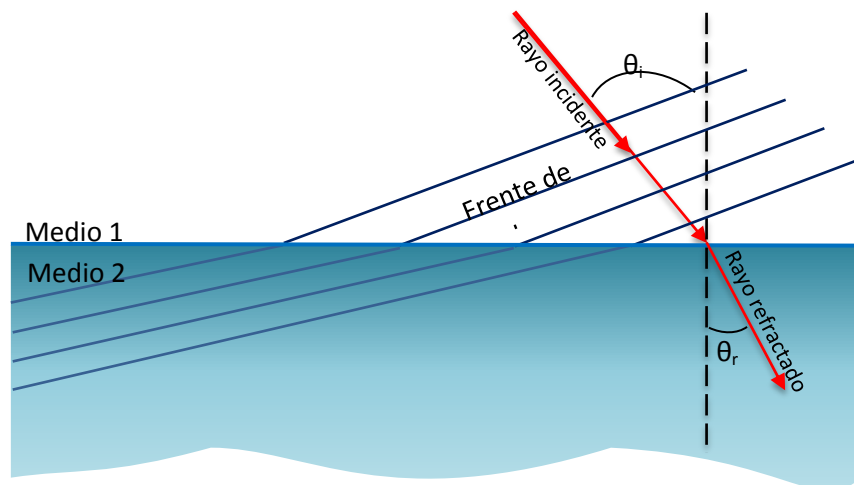
#### 2.2.5 Refracción

Otro concepto importante es el concepto de refracción, éste puede ser definido como el cambio de curvatura que experimenta la luz al pasar de un medio a otro.

Al hablar de refracción debemos tener en cuenta dos conceptos o leyes muy importantes que la rigen, éstas son:

Una primera ley que nos dice que tanto el rayo incidente como el rayo refractado y la normal a la superficie de refracción, están contenidos en un mismo plano, y otra segunda ley, llamada Ley de Snell, que afirma que para un haz de luz con una frecuencia determinada, el cociente entre el seno del ángulo de incidencia, y el seno del ángulo de refracción es constante e igual al índice relativo de ambos medios.

Otra definición importante de refracción es: “Cuando cualquier onda llega a una frontera, algo de la energía se refleja y algo se transmite o se absorbe, cuando una onda de dos o tres dimensiones viaja por un medio y cruza una frontera con otro medio, en el cual su velocidad cambia, la onda transmitida puede moverse en una dirección distinta del rayo incidente, a este fenómeno se llama **Refracción**”<sup>2</sup>

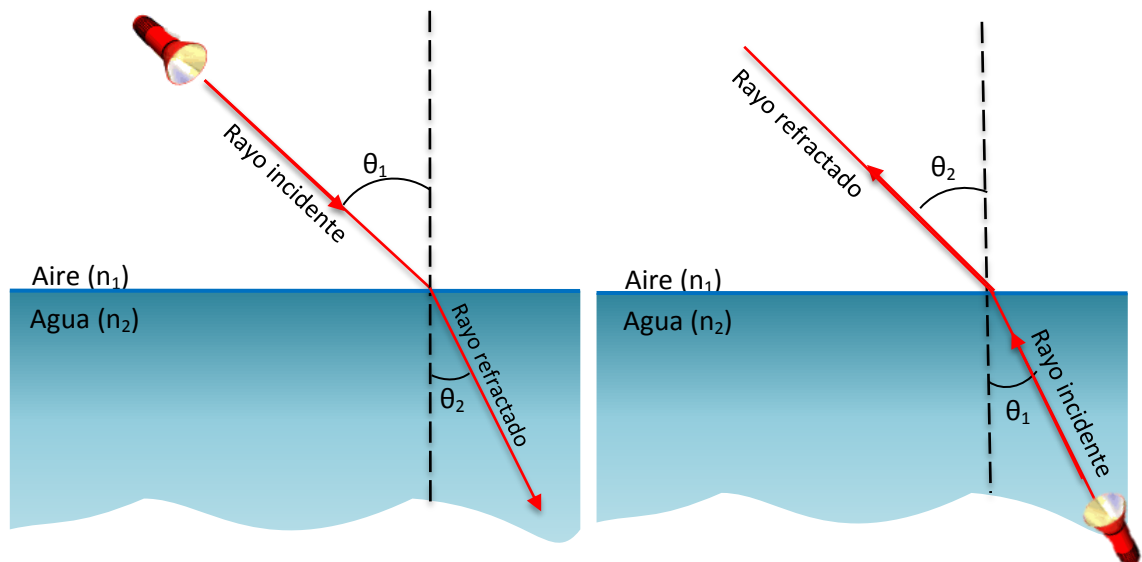


---

<sup>2</sup> GIANCOLI C. DOUGLAS. Física Principios con Aplicaciones, cuarta edición, Prentice Hall Hispanoamericana, México 1995.

### 2.2.5.1. Ley de Snell

El científico Willebrord Snell(1591-1626), descubrió que el ángulo de refracción depende de la rapidez de la luz en ambos medios, y del ángulo de incidencia, y llegó a esta relación analítica entre el ángulo de incidencia  $\theta_1$  y el ángulo de refracción  $\theta_2$ , la cual se conoce como Ley de Snell y se escribe:  $n_1 \text{ seno } \theta_1 = n_2 \text{ seno } \theta_2$ ,  $\theta_1$  es el ángulo de incidencia y  $\theta_2$ , es el ángulo de refracción(ambos medidos con respecto a una recta perpendicular a la superficie que divide los dos medios) :  $n_1$  y  $n_2$  son los índices de refracción de los materiales, donde los rayos incidente y refractado se encuentran en el mismo plano que la recta perpendicular a la superficie, ésta es conocida como la : **Ley de Snell.**



Los cambios que sufre la rapidez de la luz, como por ejemplo: un lápiz dentro de un vaso de agua se ve doblado, el aire dentro de una estufa caliente reverbera y las estrellas titilan, estos efectos se deben a los cambios que sufre la rapidez de la luz cuando pasa de un medio a otro, o cuando atraviesa zonas de diferente

densidad y temperatura, de un mismo medio, los cuales modifican la dirección de los rayos de luz.



***CAPÍTULO N° 3***  
***DISEÑO***  
***METODOLÓGICO***



### 3 DISEÑO METODOLÓGICO

A través de esta investigación mediante la aplicación de un método, se pretende obtener información relevante y confiable en cuanto al impacto del uso de las simulaciones en el aprendizaje de la física, por tanto es necesario organizar y plantear un diseño metodológico que nos sirva como base para planificar todas las actividades que demanda el proyecto y para determinar los recursos humanos y financieros requeridos. Dicha descripción de cada una de las etapas de esta investigación se presenta a continuación.

#### 3.1 Tipo de investigación

Esta investigación está orientada fundamentalmente bajo un enfoque **cuantitativo – cuasi experimental**, en el cual se recopilan, procesan y analizan datos numéricos obtenidos a través de los instrumentos diseñados en este estudio y con el uso de herramientas estadísticas, todo esto con el propósito de establecer la fuerza de asociación o relación entre variables, en este caso en particular contamos con dos variables, una de éstas es manipulada: *el uso de las simulaciones en la enseñanza y aprendizaje de conceptos referentes a la óptica* y otra variable que es la observada: *el aprendizaje de conceptos referentes a la óptica*.

Hemos abordado la investigación desde este enfoque ya que se ajusta a las necesidades de este estudio, pues permite hacer un análisis detallado, preciso, confiable y lo más importante es que nos permite generalizar los hallazgos, contribuyendo de alguna forma a mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física en diferentes poblaciones.

## **3.2 Población y muestra**

### **3.2.1 Descripción y selección de la población objeto de estudio**

La Institución Educativa san Luis Gonzaga está conformada por 2300 estudiantes aproximadamente, 82 profesores y 8 directivos. Es de carácter oficial, localizado en la calle 50 N° 62-78, barrio El Remanso del municipio de Copacabana Antioquia.

#### **3.2.1.1 Muestra**

Para este estudio se eligió una muestra de 26 estudiantes que representa el 1.13% total de la población objeto de estudio.

Se escogieron estudiantes de undécimo grado de modalidad técnica comercial, de ambos sexos, con edades comprendidas entre 16 y 18 años, quienes cursaron la asignatura de Física durante un período escolar. La muestra estuvo conformada por 1 sólo grupo escogido al azar, de los cuales 18 eran mujeres y 8 eran hombres.

En cuanto al directivo y el administrativo docente éstos fueron excluidos de la investigación, excepto la docente del área de Física por estar relacionada directamente en el campo de la investigación

### **3.2.1.2 Selección de la muestra**

La población para esta investigación está constituida por estudiantes de undécimo grado. La muestra estará representada por un grupo de undécimo grado de la Institución Educativa San Luis Gonzaga. Para una mejor comprensión de las cualidades de la muestra escogida, en primer lugar, se hace una descripción de la institución de la cual se escogió la muestra. En segundo lugar se argumenta el por qué la muestra escogida representa la población.

La Institución Educativa San Luis Gonzaga es de carácter público, sus estudiantes son de estrato socioeconómico uno, dos y tres, está ubicada en la zona urbana del municipio de Copacabana, (Antioquia- Colombia). Dicha institución cuenta con aproximadamente 2300 estudiantes distribuidos en 67 grupos, desde el grado preescolar hasta el grado undécimo, 32 grupos están formados por estudiantes de secundaria, y los 35 grupos restantes por estudiantes de preescolar y primaria. La institución cuenta con dos jornadas académicas. La primera jornada está comprendida entre las 6 am y las 12 y 30 del mediodía. La segunda jornada va desde las 12:45 a las 7:45 pm. Los grados noveno, décimo y undécimo están ubicados en la primera jornada y los grados sexto, séptimo y octavo en la segunda jornada. La institución cuenta con cuatro cursos de undécimo grado.

A partir del grado décimo la institución cuenta con dos modalidades, la modalidad comercial y la modalidad académica. De los cuatro grupos de undécimo grado, dos pertenecen a la modalidad comercial y dos a la modalidad académica. Ambas modalidades tienen una intensidad horaria de física de 3 horas semanales de 60 minutos cada una. Para escoger la muestra se escoge al azar la modalidad sin importar a qué modalidad pertenezcan.

Los 4 grupos de undécimo grado estaban formados antes de la investigación, un grupo número uno de 37 estudiantes, el número dos de 25, el tres de 33, y el cuarto de 26 estudiantes, pero se escogió al azar cuál sería el grupo que haría parte de la investigación, finalmente quedando el grupo conformado por el cuarto grupo.

### **3.3 Proceso de recolección de información**

La recolección de datos está dada por el proceso de vincular conceptos abstractos con indicadores empíricos. Este proceso, además, implica seleccionar un instrumento de medición válido y confiable, que pueda ser aplicado para obtener datos de interés para el estudio y que estos se puedan analizar.

Esta investigación corresponde a un estudio de orden cuantitativo – experimental medible, motivo por el cual se utilizarán instrumentos como el pre-test y el post-test, los cuales nos facilitarán el estudio y la interpretación de los resultados.

Es de anotar que se eligen estos medios, ya que son un poco más confiables a la hora de cotejar los resultados, además los post – test y los pre – test, permiten medir el nivel en el transcurso del tiempo llamando como un “antes” y un “después”, permitiéndonos estimar el impacto o el cambio ocasionado al utilizarse los medios audiovisuales, en la enseñanza y aprendizaje de la física.

Al final la manera como se utilizarán estos instrumentos es así:

- Inicialmente se realizará un pre – test con el fin de medir los conocimientos previos de los estudiantes del grado once de la Institución Educativa San Luis Gonzaga en torno a las temáticas básicas de óptica. Para luego tabular

y registrar esta información resultante en barras y de manera porcentual, para luego tenerla dispuesta para el paso siguiente a éste.

- Luego al finalizar el proceso de la aplicación de la estrategia didáctica, se realizará un post – test el cual tiene como finalidad revisar qué tanto aprendieron los estudiantes en torno al concepto de óptica, utilizando las simulaciones lo cual se cuestionó al inicio de la investigación, aplicando el pre – test, al igual que en el primer paso se tabulará la información y se organizará de manera gráfica y porcentual.
- Luego se toman los resultados del pre – test y del post – test y se cotejan tanto las representaciones gráficas arrojadas, como los porcentajes calculados en cada uno de los instrumentos utilizados, para al final empezar a redactar las conclusiones arrojadas a partir de la observación.
- Es importante aclarar que como en el pre y post-test a cada indicador le corresponde una o varias preguntas, ésta será la fuente de análisis en torno a la investigación, es decir, que se analizará independientemente qué sucedió con cada indicador y su respectiva pregunta en el pre y el post-test.

### **3.4 Proceso de análisis de resultados**

Como se mencionaba en el punto anterior, se tomarán como instrumentos de medición referentes el pre – test y el post – test, teniendo presente que los análisis se harán por separado, es decir, un análisis serán de los resultados presentados al empezar la investigación, o sea, sin haber implementado una estrategia didáctica, basada en el uso de las simulaciones para la enseñanza y aprendizaje de conceptos relacionados con óptica, y luego analizaremos los datos arrojados por el post-test, o sea, después del uso de las simulaciones, con el fin de establecer diferencias.

Teniendo en cuenta lo anterior, los datos numéricos serán analizados utilizando las deferentes herramientas estadísticas, que nos permitirán tener una visión más amplia sobre el rendimiento del grupo, respecto al uso de las simulaciones en la enseñanza y aprendizaje de conceptos relacionados con óptica.

De igual forma, una vez se hayan aplicado los instrumentos a los estudiantes o sujetos objeto de investigación, y los datos obtenidos sean ya tabulados, se procederá a analizarlos de acuerdo a los siguientes esquemas:

#### **✓ Elaboración de tablas de distribución de frecuencias:**

La distribución de frecuencias, corresponde a una serie de tablas que indican los valores de las variables o las categorías en el número de individuos que pertenecen a una categoría. En este estudio se utilizará como medida de tendencia central la moda, ya que ésta indica los porcentajes de aprobación, desacierto, aprobación o rechazo de los estudiantes al ser aplicado el instrumento.

✓ **Interpretación de los datos:**

Una vez que se realizan las tablas de distribución de frecuencias, se explicará cuando una de ellas a través de gráficos, en los que se representará cada categoría y sus distintas variables, para dejar claro cuáles fueron sus resultados de acuerdo a la muestra tomada.



***CAPÍTULO N°4***  
***ELABORACIÓN DE***  
***INSTRUMENTOS***



## **4 ELABORACIÓN DE INSTRUMENTOS**

En este apartado se describen las características de los instrumentos utilizados en la recolección de la información, al igual que se explica su funcionalidad en este proceso de investigación. Los instrumentos utilizados en este estudio son dos, el primer instrumento es un pre-test, el cual servirá para describir los conocimientos previos de los estudiantes relacionados con los conceptos de óptica; y el segundo instrumento es un post-test sobre los conceptos básicos de óptica, este último con el fin de evaluar el aprendizaje conceptual de los estudiantes, después de la aplicación de la estrategia basada en el uso de las simulaciones.

### **4.1. Pre-test y post-test de óptica**

Es de resaltar que el Pre-test y el Pos-test es el mismo para los dos momentos de la investigación, en un momento inicial para evaluar los conceptos sobre óptica, sin aplicar la estrategia didáctica y en un segundo momento, para evaluar qué tanto habían aprendido los estudiantes, pero aplicando la estrategia didáctica sobre simulaciones, especialmente en naturaleza de la luz, reflexión y refracción o ley de Snell.

Ambos estaban conformados por un cuestionario de 20 preguntas de selección múltiple, con única respuesta, sobre los conceptos de naturaleza de la luz, reflexión y refracción, tomado de las pruebas realizadas por el ICFES, pero fue necesario eliminar cinco de éstas, para un total de 15 preguntas únicamente, debido a que habían unas preguntas con un alto grado de abstracción, y acorde a

lo enseñado por los practicantes, los estudiantes no estaban en la capacidad de responderlas, de las cuales un total de cuatro preguntas, estaban relacionadas con la naturaleza de la luz, en especial las preguntas: (9 -12 - 14 – 18), equivalente a un 26,6 % del total de 15 preguntas; posteriormente de refracción habían cuatro preguntas, de un total de 15, lo cual equivale también a un 26,6 %, especialmente las preguntas(1 - 3 -6 - 11), y finalmente de reflexión 7 preguntas, lo cual equivale a un porcentaje del 46,8 % de un total de 15 preguntas.



*CAPÍTULO N°5*

*ESTRATEGIA*

*DIDÁCTICA*

## 5 ESTRATEGIA DIDÁCTICA

De acuerdo a lo planteado hasta el momento, se hace evidente las diferentes dificultades que se presentan en el aula, en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física, por lo que se hace necesaria la exploración de nuevas opciones que contribuyan al cambio de este panorama. En esta etapa de la investigación, se diseña una estrategia didáctica innovadora. Ésta está estructurada en dos partes, la primera de ellas comprende componentes conceptuales, procedimentales y la articulación de ambos; y la segunda parte está constituida por las actividades a realizar en el aula para el desarrollo de la estrategia.

Con dicha estrategia, en la que se utilizan las simulaciones como recurso complementario de la enseñanza, el estudiante realiza una reelaboración de conocimientos, para obtener un aprendizaje significativo (Ausubel et al., 1993).

### 5.1 Componentes conceptuales

Para el aprendizaje de estas temáticas de óptica propuestas previamente, se haga de una manera significativa, éstas se ordenarán o se distribuirán en tres apartados. Cada apartado está compuesto por una serie de temáticas, que le dan forma al concepto en general que se pretende enseñar.

En el primer apartado llamado naturaleza de la luz, se pretende que los estudiantes y las personas que dirigen la investigación, aborden temáticas específicas como lo son *la teoría del color, el espectro de los colores, el color por transmisión y las mezclas de colores*. El segundo apartado toma como nombre la

reflexión y la refracción de la luz, donde sus principales componentes son elementos incidentes en ambos fenómenos, definición de reflexión y refracción de la luz, tipos de reflexión, leyes de reflexión y refracción. Y por último el tercer apartado recibe el nombre de óptica geométrica (lentes), para esta última parte donde se utilizaran elementos tomados de los apartados nombrados previamente, es relevante para el estudiante o el grupo de estudiantes, ya que se observa la aplicación en el contexto de la construcción conceptual que se ha ido formalizando desde el inicio de la aplicación de la estrategia didáctica. En esta parte se compartirán elementos como foco, punto focal, distancia focal, imagen real y virtual, índice de refracción, espejos esféricos, cóncavos, convexos y por último métodos gráficos.

## **5.2. Componentes procedimentales**

Para que los estudiantes tengan la capacidad de reconocer y manipular las simulaciones en el aprendizaje de las ciencias y en específico de la física, en particular de los conceptos de óptica y construyan sus definiciones y llegar a formalizarlas en grupo, de tal forma que se puedan llegar a las definiciones que sean aceptadas, la comunidad científica y siempre teniendo como elemento de referencia, la aplicación de la estrategia didáctica en mención, se tendrán que tener en cuenta las siguientes aspectos: organización de los estudiantes, funciones del profesor en el aula de clase y, reglamento que orienta la convivencia en el salón de clase.

### **5.2.1. Organización de los estudiantes**

La organización de los estudiantes, para el aprendizaje de la física mediante la utilización de las simulaciones, busca que además de que el estudiante sea reflexivo, crítico y propositivo construya sus propias definiciones a partir de la observación de los fenómenos que las diversas simulaciones muestran, pero se debe tener especial cuidado en que el estudiante no termine por trabajar de manera individual y así mismo construya su propia definición, ya que podría caer en el pecado de construir con concepciones erróneas, por tanto, se utilizará como herramienta de trabajo, la investigación dirigida, por tal razón el estudiante debe tener participación activa que oriente a la búsqueda de evidencia que le permita resolver los problema abordados en el aula”.

Es de anotar que este procedimiento es un proceso que el estudiante cuestiona de forma individual o grupal e inclusive en los casos más necesarios lo hace por fuera de la institución.

La forma de trabajo es mediante la solución de una guía que como se mencionaba anteriormente se puede desarrollar de forma individual o grupal, el objeto de la guía es que mediante el desarrollo de esta el estudiante pueda conseguir el logro de los objetivos propuestos.

El producto final o la producción es que al ser un trabajo colaborativo, los estudiantes escuchan sus puntos de vista en torno a la problemática propuesta analizan, proponen, cuestionan y al final argumentan para luego ponerse de acuerdo y concluir de acuerdo a elementos consensuados por la comunidad científica.

### **5.2.1.1. Funciones del docente**

En esta estrategia didáctica y con el método de trabajo para los estudiantes propuestos previamente, el docente es principalmente un guía, un orientador, un mediador, es quien dirige e incide en el proceso de construcción o reconstrucción de las teorías e interviene en pocas o varias ocasiones, dependiendo de la complejidad de la situación expuesta.

El docente es quien elabora las guías de trabajo individual o grupal, inicia por proponer la situación problemática dentro del aula de clase para que en torno a esta el estudiantado comience a discernir.

Induce al estudiante o al grupo de estudiantes para que conozcan la forma en la que se manipulan las simulaciones y las variables que éstas contienen, además, cumple también la función de aclarar dudas en torno a las demás funciones, técnicas de éstas.

De acuerdo a lo planteado anteriormente el docente debe:

- Establecer una serie de condiciones para asegurar un entorno virtual para que el aprendizaje experiencial se vea perturbado en la menor medida posible.
- Establecer el concepto preliminar de laboratorio y la metodología a seguir.
- Elección de un modelo (tema para enseñar).
- Diseñar o escoger cuidadosamente la simulación que se va a implementar, de tal forma que se ajuste a las necesidades del modelo y de los estudiantes.
- Realizar las pruebas pertinentes y la puesta en marcha del laboratorio.

- Plantear preguntas iniciales o abordar un problema abierto que despierte el interés de los estudiantes, de tal forma que le permita a ellos formularse hipótesis iniciales.
- Experimentación con participantes en un espacio de formación virtual, acompañando y guiando a los estudiantes en este proceso.
- Valoración de resultados.

Como se puede observar una parte de estos pasos requieren que sean realizados antes de interactuar con los estudiantes, por tanto los docentes debemos comprometernos a cumplir debidamente nuestro papel, alguno de estos pasos son:

1. El primer paso que debe hacer es, asegurarse de tener un entorno virtual para que el aprendizaje experiencial se vea afectado en la menor medida, por consecuencia nos basamos en una serie de condiciones que proponen María J. Sáenz(p), Juan I. Cano y Paula Román en su trabajo *“el laboratorio virtual de simulación en gestión de proyectos: primeros pasos”* para asegurar este aspecto:
  - Se debe propiciar la interacción del grupo, ya que el análisis y reflexión conjuntos son beneficiosos en el proceso de construcción del conocimiento.
  - Fomentar el acceso a algunas sesiones de formación presenciales, ya que el conocer a las personas con las que se va a interactuar (profesor o participantes en el seminario) facilita el aprendizaje.



- El manejo de las tecnologías de la información para acceder a la formación virtual no debe suponer un obstáculo debido a la dificultad asociada al conocimiento específico del entorno ICT.
  - Los participantes deben asumir un cierto sentido de la responsabilidad en el aprendizaje.
2. En la segunda parte como docente debemos tener clara una concepción acerca de laboratorio virtual, o simulaciones y la metodología a trabajar para hacérselas saber a los estudiantes, en este caso lo abordaremos desde la definición dada por Jerry Banks (2005), y se trabajará bajo la metodología de investigación dirigida, donde se le proporcionará la información y la guía necesaria para orientar a los estudiantes.
  3. La selección del modelo a enseñar son los conceptos relacionados con óptica, específicamente la naturaleza de la luz, refracción y ley de Snell.
  4. Cuidadosamente se indagó acerca de simulaciones ya diseñadas para la enseñanza y aprendizaje de la óptica, seleccionándose dos simulaciones que consideramos apropiadas, según el modelo a trabajar en el aula, ambas pertenecientes al programa “*Phet interactive simulations*” de la universidad de Colorado, una primera llamada “*color visión*” donde se abordan los conceptos referentes a la naturaleza de la luz (los colores y sus combinaciones), y una segunda simulación llamada “*bending light*” con la cual se podían abordar los conceptos de reflexión, refracción y la ley de Snell.

5. Las simulaciones fueron de antemano probadas y utilizadas de tal manera que pudiéramos identificar las dificultades en su uso procedimental o conceptual, y así poder guiar efectivamente a los estudiantes y de igual forma como docentes, poder formular las preguntas apropiadas.

Los puntos siguientes se desarrollan en el aula, al implementar la estrategia didáctica.

#### **5.2.1.2. Normas de convivencia**

En cuanto a las normas de convivencia, éstas deben estar concertadas con el grupo de estudiantes, lo anterior con el fin de que exista un ambiente sano de aprendizaje, donde cada uno de valor suficiente al concepto que cada uno de los estudiantes emite, en torno a las normas de convivencia.

Con lo expuesto anteriormente, se supone existirá una gran motivación por parte del grupo de estudiantes y la cantidad de propuestas abundarán, ya que los estudiantes no tendrán prejuicios de maltrato psicológico por parte de los demás compañeros, lo cual haría que los estudiante se coartarán de la opinión.

#### **5.2.1.3. Articulación de los componentes conceptual y procedimentales**

El objetivo de este trabajo es que los estudiantes de la Institución Educativa san Luis Gonzaga, aprendan los conceptos de óptica, en particular la teoría del color, los fenómenos de la reflexión y la refracción, además de la óptica geométrica, lo

anterior mediante la utilización de la simulación como herramienta didáctica, dichas simulaciones tienen crédito de creación en la Universidad de Colorado y sus colaboradores ubicados en los Estados Unidos; las simulaciones están inmersas en un software cuyo nombre es PhET, dicho programa cuenta con simulaciones, además de física, también de biología, química, ciencias de la tierra y matemáticas, entre otros.

El tema de óptica representa el contenido específico que abordaremos, el cual fue seleccionado para implementar la estrategia, ya que es uno de los temas más importantes visto en undécimo grado, pues a partir del estudio de la óptica, se pueden entender y explicar una gama de fenómenos muy cercanos a nosotros, de igual forma es uno de los temas en que mayor dificultades se presentan para ser comprendidos, debido a la parte abstractiva presente en algunos conceptos.

Otro aspecto importante en la estrategia es la investigación dirigida, ya que ésta es una actividad experimental que requiere la participación activa del estudiante y que orienta la búsqueda de una evidencia, que permita resolver un problema práctico o contestar un cuestionamiento teórico. (Jiménez, 1992: 106).

La investigación dirigida, juega un papel muy importante en el aprendizaje de la física, ya que es un proceso de indagación que usualmente lo realiza el estudiante guiado por el docente.

La parte referente a la herramienta didáctica, es la utilización de las simulaciones, la cual será llevada al aula bajo la metodología de la investigación dirigida, para apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la óptica, con el fin de fomentar el aprendizaje activo y facilitar el entendimiento, la apropiación y la interpretación de dichos conceptos. Sin olvidar que lo más importante es que las simulaciones

bajo la investigación dirigida, al ser utilizadas en el aula, permiten que el estudiante experimente, es decir, relacione la teoría con la práctica, lo cual le ayudará a desarrollar muchas habilidades para resolver problemas de la cotidianidad.

Con el uso de las simulaciones, se ilustran los fenómenos tanto concretos como abstractos y se manipulan las variables que intervienen en éstos, permitiendo que el estudiante relacione, comprenda y explique los conceptos relacionados con óptica.

### **5.3. Actividades de campo**

Como ya hemos venido mencionando, la estrategia está basada en la utilización de las simulaciones, como recurso complementario en la enseñanza y aprendizaje de conceptos relacionados con la óptica, esta será aplicada en el grado 11° 4 de la Institución Educativa San Luis Gonzaga de Copacabana Antioquia.

La estrategia se divide en dos fases, la primera es sobre la organización del ambiente de trabajo y la segunda referente al proceso de enseñanza y aprendizaje, en la primera fase se construye las formas procedimentales y en la segunda la construcción de los conocimientos conceptuales.

En el primer momento de organización del ambiente de trabajo, se establece un diálogo maestro-alumno, en el cual se les explica de manera concisa en qué consiste el trabajo a realizar, se puntualiza en aspectos como: función profesor, función estudiantes, cronograma de actividades, formación de los equipos de trabajo.

El segundo momento de la actividad está estructurado en dos partes. En primera instancia, se encuentran los contenidos específicos, donde se le explica a los estudiantes sobre las simulaciones o los laboratorios virtuales y su utilización en el aula y en segunda instancia, se hará uso de las simulaciones como recurso complementario para la enseñanza de los conceptos de la óptica.

Por último, se encuentra la guía que los estudiantes deben llevar a cabo de acuerdo a los pasos planteados bajo la metodología de investigación dirigida, el cual direccionará el trabajo realizado por los estudiantes y el docente.

Además de lo anterior se debe tener en cuenta los siguientes aspectos puntuales:

- ✓ En cada una de las secciones se entregará a cada grupo de estudiantes no mayor a tres integrantes, una guía que abordará cada uno de los temas en los que se concentra la investigación en torno a su aprendizaje y cada grupo procurará culminarla con éxito.
- ✓ Como la simulación está disponible y proyectada para manipularla, en este caso para quien lo crea necesario, existe la posibilidad de que un estudiante de cada grupo, tome la vocería y se dirija al PC a controlar la simulación y compartírsela a su grupo, con el fin de que se consense una posible respuesta a la problemática propuesta en la guía.
- ✓ Al final de cada sección, se formalizará el desarrollo de cada una de las guías, lo anterior con el fin de que los estudiantes no se retiren del aula de clase con pre concepciones.
- ✓ Como se mencionó anteriormente en el momento del desarrollo de las guías, si es necesario habrá intervención por parte de los investigadores.

Finalmente toda la estructura anterior tiene un fin y es que los estudiantes puedan:

- Aprender los conceptos de óptica.
- Eliminar las pre concepciones que tienen en torno al tema.
- Relacionen el aprendizaje de la óptica mediante el uso de las simulaciones.
- Tengan elementos para enfrentarse a un test de óptica.

### **5.3.1. Organización del ambiente de trabajo**

#### **SESIÓN Nº 1**

*Duración:* 60 minutos

*Actividades:* charla con los estudiantes, pre-test y laboratorios virtuales e investigación dirigida.

*Actividad Nº 1:*

*Objetivo:* organizar el ambiente de trabajo.

En esta primera actividad se realiza lo siguiente:

- Informar a los estudiantes sobre la investigación que se está realizando.
- Se establece el cronograma de actividades
- Se establecen las normas de convivencia en el aula, para el desarrollo de las actividades.

### Actividad N° 2: pre- test

En la segunda actividad se les hará entrega a los estudiantes del pre-test, el cual nos servirá para identificar cuáles son los conocimientos previos que tienen los estudiantes sobre los conceptos relacionados óptica. (ver anexo1)

### *Actividad N° 3: aspectos teóricos sobre investigación dirigida. Ver anexo 3.*

En esta actividad se deberán conformar equipos de trabajo, 5 grupos en el aula.

*Objetivo:* Establecer los pasos requeridos en la investigación dirigida.

- Luego se procederá a socializar el trabajo realizado con el resto del grupo. Esto se hará en mesa redonda, cada grupo defendiendo sus pasos a seguir como investigador.
- Por último se concluye el tema por parte de los docentes, aclarando los pasos requeridos para llevar a cabo una investigación dirigida

## **SESIÓN N° 2**

*Duración:* 120 minutos

*Actividad:* Introducción del concepto y experiencia de aula.

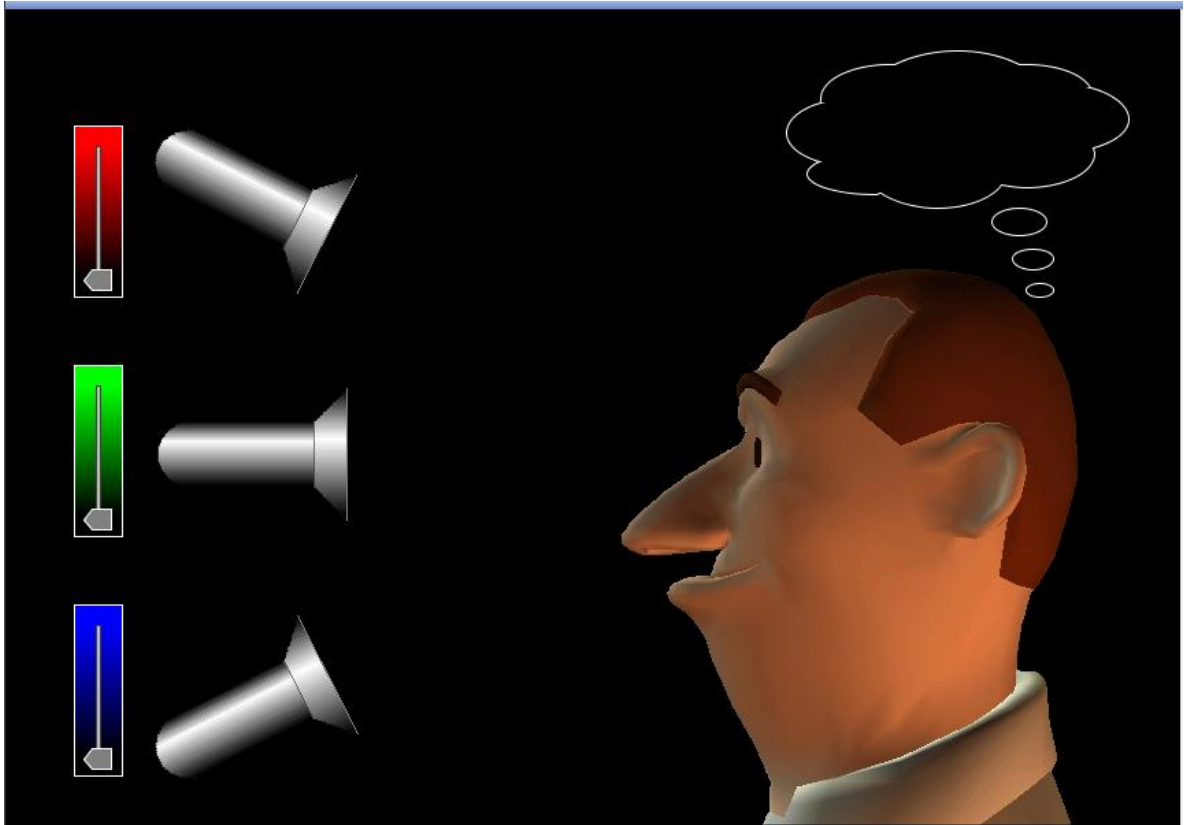
*Objetivo:* utilizar las simulaciones bajo la metodología de investigación dirigida para la enseñanza y aprendizaje de conceptos relacionados con la óptica.

- El curso comenzará con una clase introductoria, la cual estará dedicada a explicar y analizar conceptos de naturaleza de la luz, colores primarios, colores secundarios, combinación de colores, se analizan distintas

situaciones y se realiza la ejercitación de los temáticas y puestas en común de los temas propuestos anteriormente.

- Después de la explicación de los temas, se le hará entrega a los estudiantes de una guía sobre los pasos de investigación dirigida, los cuales llevarán a cabo al enfrentarse a las simulaciones. Ver anexo 4.
- A continuación se presenta a los estudiantes una primera simulación del programa llamado **PhET Simulations** y de nombre Color Visión, el cual consiste en la presentación de un rostro humano, el cual tiene a su frente tres linternas que emiten tres colores primarios (rojo, verde, azul) y al mismo tiempo, se le puede controlar la intensidad de la luz, el cual al mismo tiempo ayudará a quien lo manipula, a generar un tipo de reflexiones en torno a la combinación de colores.





- A demás de la guía de investigación dirigida, se le entrega a los estudiantes otra guía que les permitirá, establecer una ruta para responder las hipótesis que se plantearon inicialmente iniciales. Ver anexo 5.
- Se pedirá a los estudiantes que repita nuevamente la experiencia, con el fin de que reafirmen los conceptos y construyan los que aún no están bien fortalecidos.

### **SESIÓN Nº 3**

*Duración:* 60 minutos

*Actividad:* Introducción del concepto y experiencia de aula.

*Objetivo:* utilizar las simulaciones bajo la metodología de investigación dirigida para la enseñanza y aprendizaje de conceptos relacionados con la óptica.

- De igual forma se empieza la sección abordando los conceptos de reflexión, refracción y la ley de Snell, como introducción al tema.
- Se les hará entrega de la guía de investigación dirigida, que al igual que la sección anterior, también llevarán a cabo. (Anexo 4).

Luego se les presenta la segunda simulación del programa llamado **PhET Simulations** y de nombre "*bending light*", donde se podrán observar los diferentes fenómenos y conceptos trabajados en clase, donde deben de igual forma responder una guía que los orientará en el proceso de investigación.

Luego se propondrá a los estudiantes que se unan en grupos colaborativos, para compartir sus conclusiones en función de la guía propuesta. Es de anotar que este proceso implica interpretación, argumentación y puesta en común. Esta última parte se realizará resumiendo lo trabajado en la sección anterior y en ésta, de tal forma que se genere un resume en general.

## **SESIÓN N° 4**

*Duración:* 60 minutos

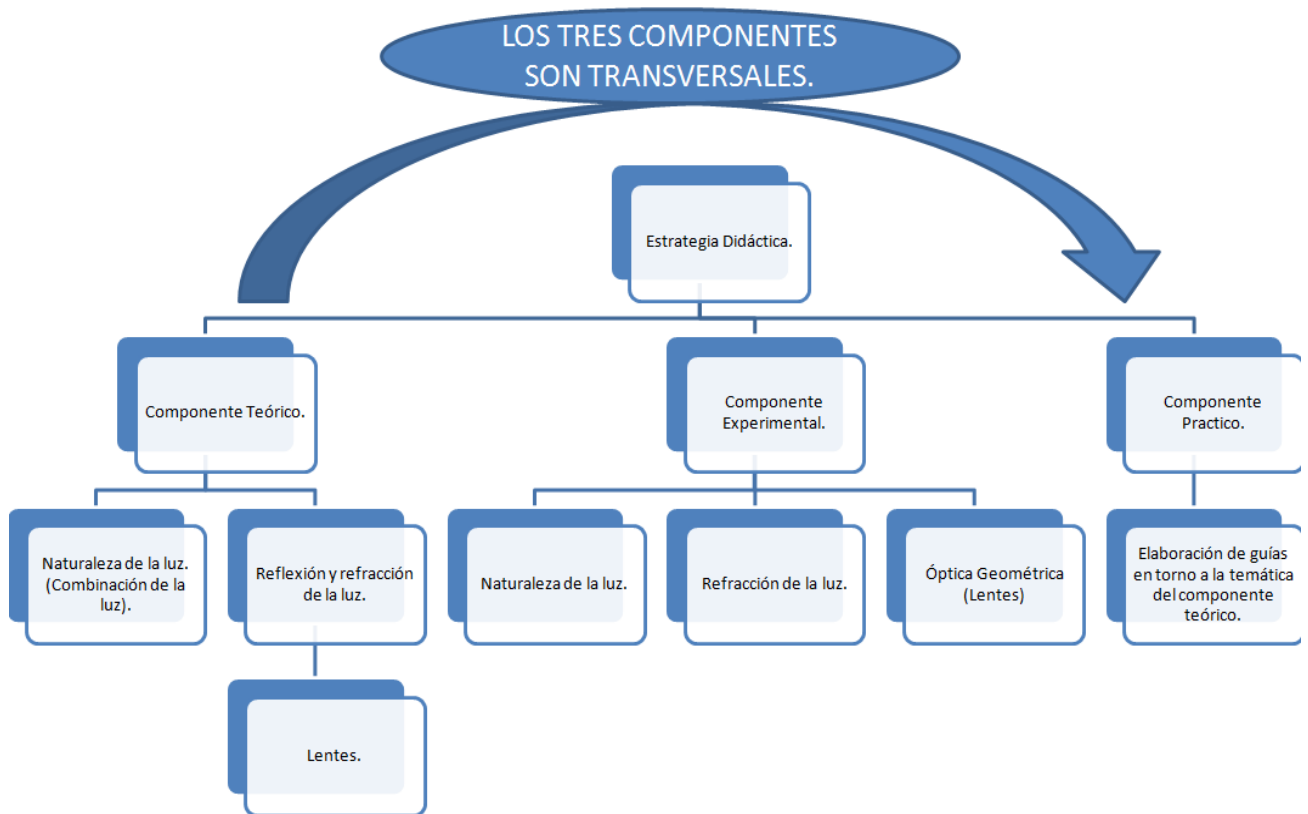
*Actividad:* post-test

*Objetivo:* evaluar lo aprendido durante las sesiones de clase.

Una vez aplicada la estrategia, se les entregará a los estudiantes el post-test, el cual será el mismo que se realizó antes de la estrategia (pre-test).

El post-test nos permitirá visualizar el aprendizaje de los estudiantes al utilizar las simulaciones como recurso para la enseñanza de los conceptos relacionados con óptica.

Una forma de resumir de forma general los elementos que intervienen en la estrategia didáctica es mediante el siguiente gráfico.





***CAPÍTULO N° 6***

***ANÁLISIS DE  
RESULTADOS***

## 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este apartado se realiza el análisis de la información. Los resultados arrojados por dicho estudio, se convierten en una herramienta valiosa para interpretar la incidencia de las simulaciones en el aprendizaje de conceptos sobre óptica, que redundan en el desempeño del docente y de los estudiantes.

El análisis de la información se realiza en tres momentos: en primer lugar, se analizan las ideas previas que tienen los estudiantes sobre naturaleza de la luz, fenómeno de la reflexión y refracción. En segundo lugar, se hace un análisis del aprendizaje conceptual sobre conceptos naturaleza de la luz, fenómeno de la reflexión y fenómeno de la refracción. En tercer lugar, se hace un análisis del aprendizaje conceptual sobre conceptos relacionado con óptica en general.

Es importante resaltar que en el instrumento que se utilizó para evaluar el aprendizaje de los conceptos de óptica, fue el mismo tanto en el pre – test como en el post – test con la intención de evaluar el avance o retardo en el aprendizaje.

A continuación se presenta una tabla de categorización temática de las preguntas que conforman el pre-test y el post-test, en la cual podremos observar los tipos de preguntas que lo conforman.(ver anexo para ver los indicadores de cada categoría) .

VARIABLE	INDICADOR	PREGUNTA
REFRACCIÓN	Identifica gráficamente los rayos de refracción en cualquier medio	1, 4
	Identifica los tipos de lentes cuando pasa de un	3,

	medio a otro.	
	Establece la relación entre lentes y espejos, deduce las imágenes que producen los lentes y conoce los tipos de lentes que hay en instrumentos ópticos.	8
REFLEXIÓN	Comprende el fenómeno de reflexión demostrando su dominio en el análisis de situaciones problema del tema	2, 10, 12, 13, 15
	Interpreta geoméricamente el ángulo de reflexión en dos espejos.	5
	Construye y analiza gráficas relacionadas con problemas de óptica geométrica	7
LUZ	Analiza las variables de iluminación, flujo luminoso e intensidad luminosa en un medio específico (el agua).	6, 9
	Resuelve problemas con	11, 14

	el fenómeno de luz, empleando correctamente las relaciones de sus propiedades	
--	---	--

Según el análisis del cuadro anterior, se puede observar que respecto al tema de refracción, corresponden las preguntas 1, 3, 4, 8, esto representa un 26,6% de un total de 15 preguntas del test, aunadamente haciendo referencia al concepto de reflexión, corresponden las preguntas: 2, 5, 7, 10, 12, 13, 15 y corresponde un porcentaje del 46,8 % y finalmente, haciendo referencia al concepto de luz, se puede observar que, al igual que en refracción, correspondiente a las preguntas: 6, 9, 11, 14 y similarmente corresponde un porcentaje del 26,6%.

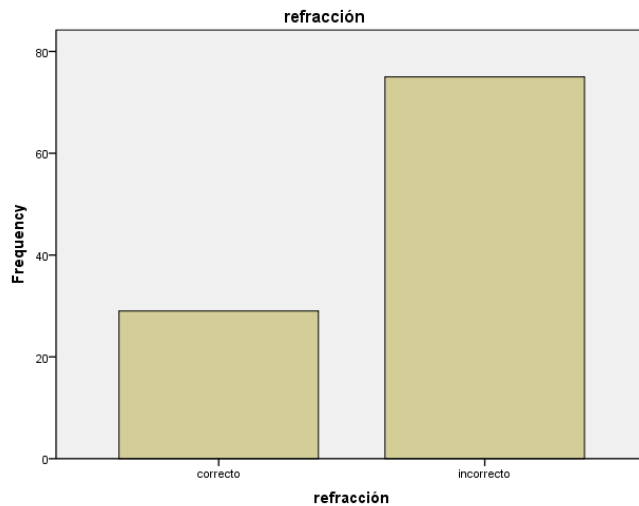
### 6.1. Análisis de ideas previas

El análisis de las ideas previas se hace teniendo en cuenta la información arrojada con la aplicación de un pre- test a los estudiantes.

- En cuanto al concepto de refracción

Se observa que el 27,9% de los estudiantes respondieron correctamente las preguntas correspondientes a este factor, mientras que el 72,1% responde de manera incorrecta a las preguntas propuestas. Una de las razones fundamentales para que en esta variable, se observe un alto porcentaje de los estudiantes que responden de manera incorrecta, tiene que ver con la confusión que los estudiantes tienen, en torno a la definición de rayos convergentes y divergentes, ya que al inicio de la prueba los estudiantes de manera enfática se cuestionaban

por la definición de los términos mencionados con anterioridad. Además, creen que un rayo de luz puede reflejarse en cualquier dirección. El diagrama de barras da una visión visual del porcentaje de respuestas correctas e incorrectas.



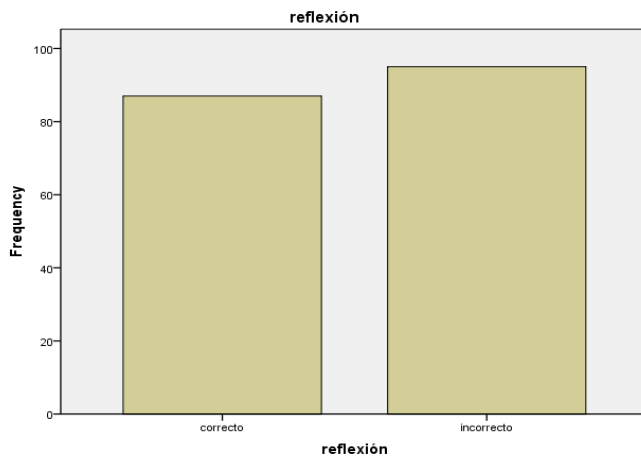
- En cuanto al concepto de reflexión

Teniendo como resultado del pre – test aplicado a los estudiantes en torno al factor reflexión, un 47,8% de los estudiantes con una frecuencia de 87 veces, contestaron de manera correcta a las situaciones propuestas en esta variable, mientras que con una frecuencia de 95 veces que representa el 52,2%, respondieron de manera incorrecta, como se decía previamente en esta variable existe un ligero equilibrio entre las respuestas correctas y las incorrectas, esto dado que muchas de las preguntas que se aplicaron en esta variable, tiene que ver con la aplicación del concepto a la vida cotidiana y en la clase magistral con la docente titular del área, se había tenido la oportunidad de abordar en forma



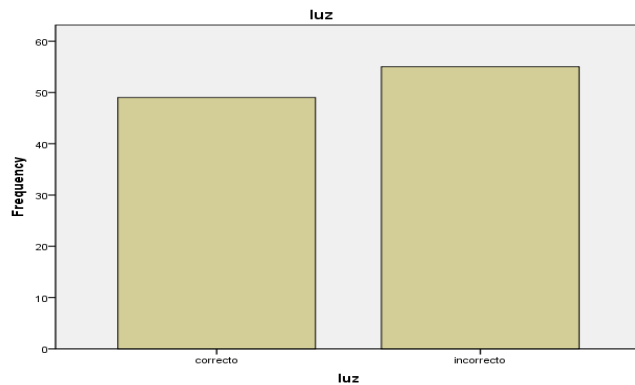
reiterada el análisis de este fenómeno de la física y la aplicación de este en el contexto, pero aun sin ser explicado y experimentado con las simulaciones.

Mediante el gráfico expuesto, se puede observar que el porcentaje de respuesta correcta es similar al porcentaje de respuestas incorrecta.



- En cuanto a la naturaleza de la luz

Para evaluar las ideas que tiene los estudiantes sobre la naturaleza de la luz se realizaron 4 preguntas. El 47,1% de los estudiantes respondió de manera adecuada y el 52,9%, de forma incorrecta. En los resultados se puede evidenciar que los estudiantes no conciben la luz como de naturaleza ondulatoria. De igual manera, no asocian la visión con el fenómeno de la reflexión



En general, antes de la implementación de una estrategia basada en la utilización de las simulaciones como recurso de enseñanza, no se evidencia conceptos claros en los estudiantes sobre óptica, un alto porcentaje de estudiantes respondió de manera incorrecta la prueba implementada.

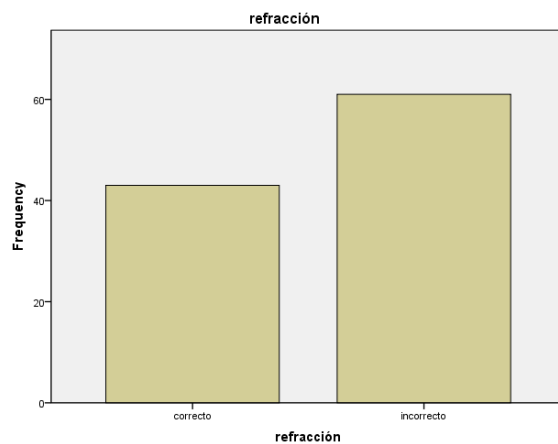
## 6.2. Análisis de resultados post-test

El análisis de los resultados obtenidos en la post prueba se hace factor por factor

- En cuanto al concepto de refracción

En este factor de estudio se observa que un 41,3% responde de manera correcta a las cuatro preguntas propuestas en el instrumento, mientras tanto un 58,7% responde de manera incorrecta. En los resultados se evidencia que la implementación de la estrategia mejora el aprendizaje de los estudiantes, pero no contribuye a un aprendizaje significativo en los mismos, el porcentaje de las respuestas correctas no alcanzan un resultado satisfactorio del 50% para decir que ligeramente la estrategia de aplicación fue exitosa o bondadosa con el problema en cuestión.

De esta forma se puede afirmar que parcialmente los resultados en esta variable no son los mejores, y esta podría ser debido a que los estudiantes no tienen la posibilidad de tener un equipo de computación personal, para poder realizar los análisis correspondientes que le proponía cada una de las guías, por el contrario, sólo se utilizó un equipo portátil el cual servía de apoyo para proyectar mediante video beam, las simulaciones para cada uno de los encuentros. Además, que se dio la oportunidad, que cada uno de los estudiantes cada vez que lo consideraran necesario manipulara la simulación, y así se llegara de manera grupal a la conclusión o respuesta a la problemática propuesta. El siguiente gráfico ilustra el porcentaje de respuestas correctas e incorrectas en cuanto al factor de la refracción.

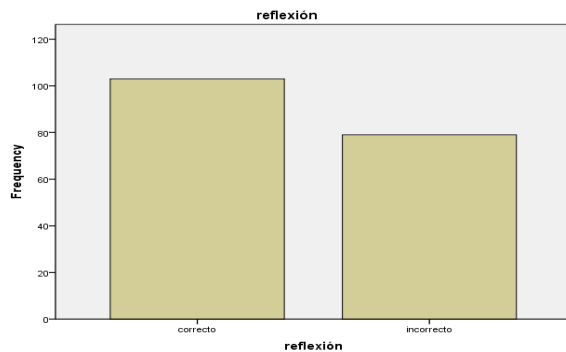


Es así entonces como podemos observar, en el gráfico como la barra que representa las respuestas incorrectas, tiende a prolongarse más en comparación que la barra que representa las respuestas correctas, en términos de porcentajes el rango en porcentaje que existe entre una respuesta y la otra es de 17,4% que se convierte en un rango representativo para tener presente, luego de haber aplicado una estrategia didáctica y luego un instrumento evaluativo.

- En cuanto al fenómeno de la reflexión

En este apartado haciendo un cuadro comparativo con la variable de estudio analizada anteriormente, muestra un resultado más satisfactorio en el sentido que es mayor el porcentaje de respuestas correctas que incorrectas. Así, de un total de 182 respuestas para este factor, 103 son correctas y 79 son incorrectas, representando en porcentaje, las primeras el 56,6% y las segundas 43,4%. Según estos resultados, la estrategia didáctica aplicada en el aula de clase influyó positivamente en el aprendizaje conceptual de los estudiantes. Lo anterior puede ser debido a que las tres simulaciones que se utilizaron para desarrollar cada una de las guías, desde su diseño, fortalecían más los fenómenos relacionados con la reflexión. Además, este concepto, más que el anterior fue reforzado con otros tipos de actividades.

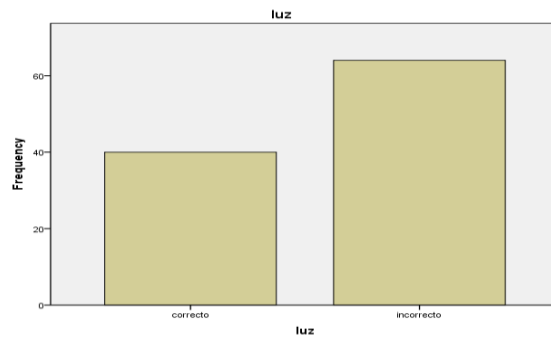
Es importante anotar que los investigadores no fueron los creadores de las simulaciones en uso, sino que se tomaron de un software existente y se adecuaron a las necesidades del estudio, por eso la importancia de resaltar que las simulaciones utilizadas, valoran más el trabajo específicamente en explicar el fenómeno de la reflexión y después le da importancia a las demás variables estudiadas en este trabajo.



Es de anotar que aunque es mayor la cantidad de respuestas correctas que de incorrectas en este factor, y haciendo la comparación entre el pre test y el pos-test, sólo hay una diferencia de 13,2%, lo cual indica un avance moderado de los estudiantes en cuanto al aprendizaje de conceptos relacionados con la reflexión.

- En cuanto a la naturaleza de la luz.

Finalmente, al realizar el análisis de los resultados obtenidos en el factor naturaleza de la luz, se puede observar que el 38,5% de los estudiantes responde de manera acertada a las preguntas, con una frecuencia relativa de  $\frac{40}{104}$ , es decir, 40 preguntas correctas de 104 propuestas, mientras que las respuestas incorrectas corresponden al 61,5%, con una frecuencia relativa de  $\frac{64}{104}$ . Dichos resultados pueden deberse a que para el proceso de enseñanza- aprendizaje de la naturaleza de la luz, no se seleccionó una simulación en la que se pudiera visualizar y manipular diferentes variables que dan cuenta de la naturaleza de la luz.



Haciendo un análisis dimensional en la gráfica de barras, se puede observar que la diferencia entre las respuestas correctas e incorrectas es del 23%. Dicho porcentaje indica que para este factor, la implementación de la estrategia didáctica, no fue lo suficientemente fuerte en el mejoramiento del aprendizaje conceptual de los estudiantes, en cuanto a la naturaleza de la luz.

### 6.3. Análisis general

Al realizar el análisis de cada uno de los factores que conformaron la variable aprendizaje sobre conceptos de óptica, los resultados son diferentes para cada uno de los factores, mientras en unos factores, se observa un resultado esperado en otros no. Esto hace pensar que los procedimientos implementados con la estrategia didáctica y el instrumento evaluativo no estaban en concordancia.

Haciendo un análisis comparativo entre los resultados del pre-test y pos-test, como se observa en la tabla (número), se puede inferir que:


Respuesta.	<i>Pre – test.</i>			<i>Post – test.</i>		
	<i>Reflexión</i>	<i>Refracción</i>	<i>Luz</i>	<i>Reflexión</i>	<i>Refracción</i>	<i>Luz</i>
<b>Correcta</b>	87	29	49	103	43	40
<b>Incorrecta</b>	95	75	55	79	61	64

- La estrategia al ser aplicada para la comprensión del concepto de reflexión arroja un resultado significativo e importante en el sentido que al revisar el pre – test se tiene una frecuencia relativa  $\frac{87}{182}$  correctas y  $\frac{95}{182}$  incorrectas, mientras que en el post – test se tiene una frecuencia relativa de  $\frac{103}{182}$  correctas y  $\frac{79}{182}$ , mostrando de esta manera que entre la aplicación del instrumento “antes” y “después” se observa una mejoría de 16 repuestas correctas, lo que da cuenta de la importancia del uso de la simulaciones en el aprendizaje del concepto de reflexión y la transformación conceptual en los estudiantes.
- Para la variable de refracción se tiene en el pre – test una frecuencia relativa de respuestas correctas de  $\frac{29}{104}$  y  $\frac{75}{104}$  de frecuencia relativa en las respuestas incorrectas, mientras tanto en el post – test se tiene  $\frac{43}{104}$  en frecuencia relativa de respuestas correctas y  $\frac{61}{104}$  en las respuestas

incorrectas, aquí se valora que después de ser aplicado el post – test se encuentra una diferencia de 14 respuestas correctas en torno a lo sucedido en el pre – test.

- Mientras tanto el factor naturaleza de la luz se evidencia que en los estudiantes no hubo un avance conceptual en los estudiantes.
- De manera general, se puede observar que mientras que en el pre test el 42,3% de los estudiantes respondieron de manera correctas a las preguntas, en el post- lo hicieron en 47,7%, es decir, hubo un avance del 5,4% del aprendizaje conceptual de los estudiantes con la implementación de la estrategia didáctica.





***CAPÍTULO N° 7***  
***CONCLUSIONES Y***  
***RECOMENDACIONES***

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. Conclusiones

- El uso de las simulaciones como recurso de enseñanza, facilita el aprendizaje conceptual de los estudiantes, sobre fenómenos relacionados con óptica.
- Las simulaciones como recurso de enseñanza influyen en mayor medida en el aprendizaje de los estudiantes, de conceptos relacionados con la reflexión de la luz, y en menor medida sobre el aprendizaje de conceptos relacionados con la naturaleza de la misma.
- La implementación de las simulaciones como recurso de enseñanza debe estar acompañada de otros tipos de recursos y estrategias, que complementen el proceso de enseñanza.
- Para hacer más significativo el uso de las simulaciones en la enseñanza y aprendizaje de la óptica, éstas deben ser cuidadosamente seleccionadas por el profesor, de tal manera que incluyan los aspectos relevantes sobre los cuales se debe hacer énfasis en dicho proceso.

- El ambiente de aprendizaje de los estudiantes, cuando se utilizan las simulaciones como recurso de enseñanza, se hace menos interesante y significativo para los mismos, cuando no se cuenta con las suficientes herramientas informáticas.
- Para los estudiantes, es más agradable trabajar con simulaciones en las que se manipulan variables, como por ejemplo medir ángulos, velocidades, determinar el tiempo, entre otras; que aquellas en las cuales únicamente se observan los fenómenos que se desean estudiar.

## **7.2. Recomendaciones**

- Es importante tener presente que quien utilice las simulaciones como recurso de enseñanza, debe tener un dominio de éstas, dado que los estudiantes con frecuencia presentan inquietudes sobre la manera de utilizarlas y es el docente, en su calidad de especialista, quien debe orientar el proceso.
- Para implementar el uso de las simulaciones como recurso de enseñanza y aprendizaje en el aula, es recomendable que cada grupo de trabajo tenga su equipo (computador), de tal manera que tengan la oportunidad de tener acceso a éstas directamente.

- La planificación de las actividades y la disposición del tiempo para el desarrollo de las mismas, son elementos fundamentales en la utilización de las simulaciones como recurso de enseñanza.
- La utilización de las simulaciones en el aprendizaje de los estudiantes, debe ser con frecuencia orientada por el profesor, se corre el riesgo, que éstos utilicen el ensayo error como elemento base para la construcción de conceptos, y en consecuencia se crean conceptos sobre los fenómenos en estudio, que no concuerdan con los científicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- BELMONTE, Manuel, RODRÍGUEZ ILLERA, José L. *Simulación por ordenador y enseñanza de la física, Comunicación, Lenguaje y Educación* N° 28 1995
- KOFMAN, Hugo Alberto. *MODELOS Y SIMULACIONES COMPUTACIONALES EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA*, Facultad de ingeniería química de la Universidad Nacional del Litoral Santiago del Estero 2829, (3000) Santa Fé, República Argentina.
- *Simulation Models in Corporate Planning* (editor). New York: Praeger Press, 1979.
- Luque Domínguez, Eugenio. *Elementos de simulación. Sistemas y modelos.*
- Alvarez Marcelo, Giuliano Monica, Sacerdoti Aldo, Nemirovsky Ignacio, Perez Silvia, Cruz Ricardo. *EVALUACION CON PRETEST Y POSTEST UNA EXPERIENCIA DIDACTICA DE CINEMATICA CON LA UTILIZACION DE APPLETS.*
- Julia Gil Llinas. *PRECONCEPCIONES Y ERRORES CONCEPTUALES EN OPTICA. PROPUESTA Y VALIDACION DE UN MODELO DE ENSEÑANZA BASADO EN LA TEORIA DE ELABORACION DE REIGELUTH Y STEIN*
- Lobo Hebert, Gutierrez Gladys, Rosario Jesus, Briceño Jesus, Villareal Manuel, Diaz Juan, Pacheco Ana. *SOFTWARE EDUCATIVO PARA EL APRENDIZAJE DE LA OPTICA.*

- Sandoval Casilimas Carlos. *Investigacion Cualitativa.*
- Gutarra Velez Eduardo. *SIMULADOR DE ONDAS UTILIZANDO EL PAQUETE SEISMIC UN\*X. Proyecto de grado, Universidad de Eafit, Colombia.*
- Rosales Luis, Jarrouj Yoliario, Serrano Orlando. *SIMULACION DE ONDAS GRAVITACIONALES EN COORDENADAS DE BONDI – SANCHS.*
- Sostres Diaz Javier, *LA OPTICA EN LA ENSEÑANAZA SECUNDARIA: PROPUESTA DIDACTICA DESDE UNA PERSPECTIVA HISTORICA. Universidad Complutense de Madrid.*
- Fogantini Paula Natalia. *DISEÑO EXPERIMENTAL DE LA REFRACCION DE LA LUZ.*
- Bouciguez María José, Santos Graciela. *APPLETS EN LA ENSEÑANZA DE LA FISICA: UN ANALISIS DE LAS CARACTERISTICAS TECNOLOGICAS Y DISCIPLINARES.*
- Ruiz Gutiérrez José Manuel, *LA SIMULACIÓN COMO INSTRUMENTO DE APRENDIZAJE (EVALUACIÓN DE HERRAMIENTAS Y ESTRATEGIAS DE APLICACIÓN EN EL AULA.*
- Sáenz (p) María J., Cano Juan L. y Román Paula, *EL LABORATORIO VIRTUAL DE SIMULACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS: PRIMEROS PASOS.*
- Cuadros Jordi y Pérez-Tudela Julio, *ELABORANDO LABORATORIOS VIRTUALES BAJO LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN DIRIGIDA.*
- Monge Nájera Julián y Méndez Estrada Víctor Hugo, *VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE USAR LABORATORIOS VIRTUALES EN EDUCACIÓN A DISTANCIA: LA OPINIÓN DEL ESTUDIANTADO EN UN PROYECTO DE SEIS AÑOS DE DURACIÓN, 2007.*
- Vásquez Salas, *LABORATORIOS VIRTUALES, 2009.*

- Lorandi Medina Alberto Pedro, Hermida Saba Guillermo, Hernández Silva José y de Guevara Durán Enrique, *LOS LABORATORIOS VIRTUALES Y LABORATORIOS REMOTOS EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA*.

#### *CIBERGRAFIA.*

[http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-105569\\_archivo.pdf](http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-105569_archivo.pdf)

<http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fiscalInteractiva/OptGeometrica/Problemas/ProblemasCIUGA.htm>

[http://www.cespro.com/Materias/PREICFES/ICFESMAR\\_03/fis\\_nc\\_I2003.htm](http://www.cespro.com/Materias/PREICFES/ICFESMAR_03/fis_nc_I2003.htm)

[http://www.cespro.com/Materias/PREICFES/ICFESAbril2004/Fisica\\_nc\\_V2\\_Abril2004.htm](http://www.cespro.com/Materias/PREICFES/ICFESAbril2004/Fisica_nc_V2_Abril2004.htm)

<http://www.slideshare.net/pruebatuinteligencia/pruebas-icfes-4411451>

<http://www.cespro.com/Materias/PREICFES/TALLERES/FISICA/TALLER4C.htm>

<http://www.megaupload.com/?d=EYVJ7YIL>

[http://www.cespro.com/Materias/PREICFES/ICFESSEPT\\_03/Fisi\\_nc\\_sep2003.htm](http://www.cespro.com/Materias/PREICFES/ICFESSEPT_03/Fisi_nc_sep2003.htm)

# ANEXOS

## ANEXO N° 1

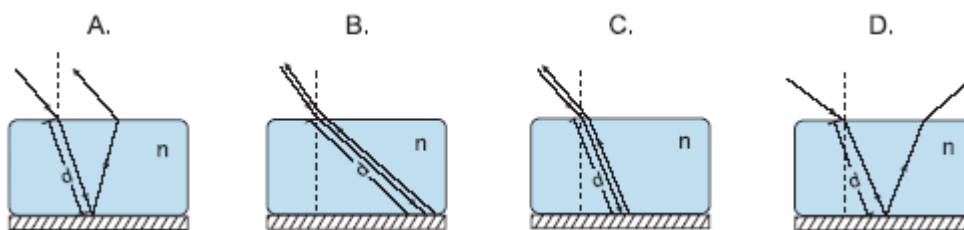
### TEST PARA MEDIR EL APRENDIZAJE CONCEPTUAL SOBRE ÓPTICA

Nombre del estudiante: \_\_\_\_\_ Grado: \_\_\_\_\_

Lea atentamente la situación propuesta y seleccione una única respuesta, la cual a su criterio sea la correcta.

INDICADOR: Identifica la refracción de la luz en dos medios.

1. Un rayo de luz incide sobre un bloque de hielo transparente que está colocado sobre un espejo plano. De las siguientes el que representa adecuadamente el correspondiente esquema de rayos luminosos es:



INDICADOR: Relaciona los conceptos de la óptica con situaciones de la realidad.

2. En los autobuses urbanos se coloca un espejo sobre la puerta para que:
- El conductor pueda observar el interior del autobús en su totalidad.



- b. Iluminar más el interior del bus.
- c. Los últimos pasajeros vean a los primeros.
- d. Los primeros pasajeros vean a los últimos.

INDICADOR: Relaciona los conceptos de la óptica con situaciones de la realidad.

3. El oftalmólogo le médico a Ana María unas gafas de corrección de la miopía, para estas gafas debe usar lentes:
- a. Convergentes.
  - b. Divergentes.
  - c. Convexos.
  - d. De otro tipo.

INDICADOR: Relaciona los conceptos de la óptica con situaciones de la realidad.

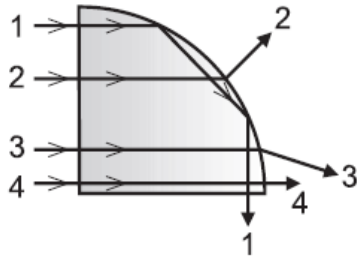
4. Para un experimento que le proponen a Juan Felipe en su colegio, le piden hacer pasar un rayo de luz a través de un vidrio sin que se desvíe, para este caso él tendría que utilizar:
- a. Un lente plano paralelo, en cualquier posición.
  - b. No lo puede hacer con los elementos que cuenta.
  - c. El vidrio debe asemejar un prisma.
  - d. Cualquier lente, atravesándolo por el eje óptico.

INDICADOR: Relaciona los conceptos de la óptica con situaciones de la realidad.

5. En una oficina hay una lámpara encendida que tiene una pantalla reflectora en forma de pirámide de cono truncada, la razón de la forma de esta lámpara es:
- a. Iluminar por igual en toda la superficie.
  - b. Concentrar la mayor potencia luminosa posible sobre la superficie iluminada.
  - c. Evitar concentración de la energía en un solo lugar.
  - d. Economizar energía.

INDICADOR: Identifica la refracción de la luz en dos medios.

6. En un prisma de índice de refracción igual a 2,5 está conformado por un cristal cuya forma es un cuarto de cilindro como muestra la figura.

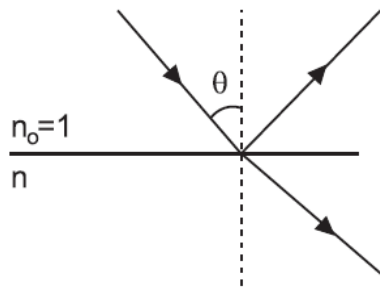


Cuatro rayos paralelos inciden sobre una de las caras planas. Los rayos cuya trayectoria **están incorrectamente** dibujadas son:

- a. 1, 2 y 4.
- b. 2 y 3.
- c. Solo 1.
- d. Solo 2.

INDICADOR: Es capaz de identificar el índice de refracción.

7.



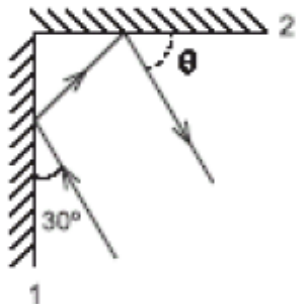
$$\begin{aligned} \text{sen}(90^\circ - \theta) &= \cos \theta \\ \text{sen}(90^\circ + \theta) &= \cos \theta \end{aligned}$$

Un rayo de luz incide sobre un cristal semitransparente con un ángulo  $\theta$  tal que el haz reflejado es perpendicular al refractado. De esto se deduce que el índice de refracción,  $n$  del cristal es:

- a.  $\tan \theta$
- b.  $\sin \theta$
- c.  $\cot \theta$
- d.  $\cos \theta$

INDICADOR:

8.



Dos espejos planos se colocan sobre una mesa formando un ángulo de  $90^\circ$ , como

lo ilustra la figura. Un rayo luminoso incide sobre el espejo 1 formando el ángulo indicado de  $30^\circ$ . El ángulo  $\theta$  que forma el ángulo emergente con el espejo 2 es :

- a.  $15^\circ$
- b.  $30^\circ$
- c.  $45^\circ$
- d.  $60^\circ$

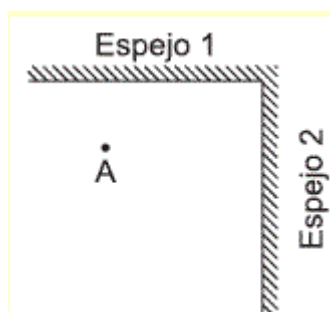
INDICADOR: Relaciona los conceptos de la óptica con situaciones de la realidad.

9. Un robot submarino emite un haz de luz que se atenúa con la distancia hasta que desaparece totalmente. Tal comportamiento se explica, porque en el agua la luz se:

- a. Dispersa y se refracta.
- b. Refracta y se refleja.
- c. Dispersa y se absorbe.
- d. Refleja y se absorbe.

INDICADOR: Relaciona los conceptos de la óptica con situaciones de la realidad.

10. Se tienen 2 espejos planos perpendiculares entre sí, como indica la figura. El número de imágenes de sí mismo que ve un observador parado en el punto A es:



- a. 2
- b. 3
- c. 4

d. 5

INDICADOR: Relaciona los conceptos de la óptica con situaciones de la realidad.

11. Una persona hipermetrópe no puede ver con nitidez objetos cercanos. Tres estudiantes explican el defecto óptico y dan solución a este de la siguiente manera:

Estudiante 1: Sucede porque la imagen se forma detrás de la retina y se corrige con un lente convergente.

Estudiante 2: Sucede, porque la imagen se forma delante de la retina y se corrige con un lente divergente.

Estudiante 3: Sucede, porque la imagen se forma delante de la retina y se corrige con un lente convergente.

El análisis de estas afirmaciones permite concluir que:

- a. Las explicaciones de 2 y 3 son correctas, pero la solución de 3 no lo es.
- b. La explicación de 1 y su solución son correctas.
- c. La explicación de 3 y su solución son correctas.
- d. La explicación de 2 y su solución son correctas.

INDICADOR: Relaciona los conceptos de la óptica con situaciones de la realidad.

12. Si en una habitación pequeña y oscura, iluminamos una pared con una potente linterna. La luz:

- a. Está en la linterna.
- b. Está en la pared.
- c. Esta quieta llenando el espacio entre la linterna y la pared.
- d. Viaja de la linterna a la pared.

INDICADOR: Relaciona los conceptos de la óptica con situaciones de la realidad.

13. Cuando es de día podemos ver una montaña porque:
- a. La visión va del ojo a la montaña que está iluminada.
  - b. La luz esta quieta llenando un espacio.
  - c. La luz del sol rebota en la montaña y llega a nuestros ojos.
  - d. La montaña emite luz que llega a nuestros ojos.

INDICADOR: Identifica la luz y como interactúa con el medio.

14. Una pared blanca se ve de ese color porque:
- a. Posee y emite luz blanca.
  - b. Le llega luz blanca y se refleja.
  - c. Le llega luz blanca y la absorbe toda.
  - d. Llena de luz blanca el espacio que la separa del observador.

INDICADOR: Relaciona los conceptos de la óptica con situaciones de la realidad.

15. Cuando ves tu imagen en un espejo:
- a. Los rayos procedentes de ti rebotan en el espejo.
  - b. Los rayos de la luz procedente de ti penetran en el espejo y se cortan dentro de la misma distancia de la superficie a la que te encuentras tú.
  - c. La luz que llena el espacio que te separa del espejo penetra en el espejo de manera simétrica.
  - d. La imagen que ves en el espejo existe detrás del él.

INDICADOR: Relaciona los conceptos de la óptica con situaciones de la realidad.

16. Un espejo:
- a. Refleja la luz, pero absorbe las imágenes.
  - b. Refleja la luz y las imágenes.
  - c. Absorbe la luz y las imágenes.
  - d. Refleja las imágenes, pero absorbe la luz.

INDICADOR: Identifica la luz y como interactúa con el medio.

17. El color con que se ve la pared de una habitación iluminada con una bombilla depende:

- a. De la luz que llene el espacio entre la pared y el observador.
- b. De la luz que emita la pared.
- c. De la luz que refleje la pared. (que rebote en ella).
- d. De la luz que absorba la pared.

INDICADOR: Diferencia entre luz y luz diurna.

18. Cuál de las siguientes afirmaciones es falsa?. Un objeto se ve bien cuando:

- a. El objeto está en la luz y nosotros en la oscuridad.
- b. El objeto está en la luz y nosotros también.
- c. El que nosotros estemos en la luz o en la oscuridad no incide, el objeto debe estar en la luz.
- d. Nosotros estamos en la luz y el objeto en la oscuridad.

INDICADOR: Identifica la luz y como interactúa con el medio.

19. La piel de un chino se ve de color amarilla porque:

- a. Posee y emite color amarillo.
- b. Llena el espacio que lo separa del observador de color amarillo.
- c. Refleja el color amarillo.
- d. Absorbe el color amarillo.

INDICADOR: Identifica la luz y como interactúa con el medio.

20. Una pared negra se ve de ese color porque:

- a. Posee y emite luz negra.
- b. Le llega luz negra y la refleja.
- c. Absorbe toda luz que le llega.
- d. No llena de luz el espacio que separa del observador.

## ANEXO N° 2

### INDICADORES DE CATEGORÍAS

Es de resaltar que el análisis de los resultados se realizó teniendo en cuenta las respuestas del test, propuestos a los estudiantes de la investigación, referente a los conceptos de: luz, refracción y reflexión, posteriormente a partir de éstas se han generado diferentes categorías, de acuerdo a las diversas respuestas de los estudiantes, que éstos le atribuyen a los conceptos.

En la pregunta UNO: Un rayo de luz incide sobre un bloque de hielo transparente que está colocado sobre un espejo plano. De las siguientes, el que representa adecuadamente el correspondiente esquema de rayos luminosos es: para esta pregunta la respuesta es: la opción R/ (d) En esta pregunta se pretende que los estudiantes identifiquen el concepto de refracción en dos medios mediante el ejemplo de un espejo y un pedazo de bloque de hielo, esta pregunta la contestaron correctamente 17 estudiantes, de un total de 26 alumnos, lo que corresponde a un 65,4% y un total de 9 estudiantes contestaron incorrectamente, de un total de 26 estudiantes, lo que corresponde a un porcentaje del 34,6%.

En la segunda pregunta: En los autobuses urbanos se coloca un espejo sobre la puerta para que: en esta pregunta la respuesta es la opción (a): R/ El conductor pueda observar el interior del autobús en su totalidad. En esta pregunta se pretende que los estudiantes identifiquen el concepto de óptica, mediante una situación de la vida cotidiana, especialmente en un espejo colocado en el interior del bus; esta pregunta la contestaron correctamente 22 alumnos, de un total de 26, lo que corresponde a un porcentaje del 84,6% y contestaron incorrectamente 4 alumnos, lo que corresponde a un porcentaje del 15,4%.



En una Tercera pregunta: El oftalmólogo le medicó a Ana María unas gafas de corrección de la miopía, para estas gafas debe usar lentes de: en esta pregunta la respuesta correcta es la opción (b) R/ Divergentes, en ésta se le pide al estudiante que identifique el concepto de óptica geométrica, especialmente lentes convergentes y lentes divergentes por medio de una situación médica, como lo es el caso del oftalmólogo que desea corregir una falla de la visión, donde se tiene que utilizar una especie de lentes para su paciente; esta pregunta la contestaron correctamente 2 alumnos, de un total de 26, lo que corresponde a 7,7% y contestaron de forma equivocada un total de 24 alumnos de 26, lo cual equivale a 92;3%.

En la pregunta número 4: En un prisma de índice de refracción igual a 2,5 está conformado por un cristal cuya forma es un cuarto de cilindro como muestra la figura: Cuatro rayos paralelos inciden sobre una de las caras planas. Los rayos cuyas trayectorias están incorrectamente dibujadas son: la respuesta correcta en esta pregunta es:(a), R/ 1, 2 y 4. En esta pregunta se le pide al estudiante identificar el concepto de refracción de la luz en dos medios, él debe identificar el rayo de incidencia y el rayo de reflexión, esta pregunta ningún estudiante la contestó correctamente, y la contestaron en forma incorrecta 26 estudiantes de 26, para un total en porcentaje del 100%.

Posteriormente en la pregunta número 5: Dos espejos planos se colocan sobre una mesa formando un ángulo de  $90^\circ$ , como lo ilustra la figura. Un rayo luminoso incide sobre el espejo 1 formando el ángulo indicado de  $30^\circ$ . El ángulo que forma el ángulo emergente con el espejo 2 es : acá la respuesta es la (d)R/( $60^\circ$ ), en esta pregunta únicamente el estudiante tiene que aplicar el concepto de geometría, específicamente ángulos complementarios y suplementarios a través de la desviación de los rayos luminosos colocados a través de dos espejos planos. En

esta pregunta los estudiantes que contestaron correctamente fueron 8 alumnos de 26, los cuales equivalen a un porcentaje del 30,8 % y contestaron de forma incorrecta 18 alumnos de un total de 26, lo que equivale a un porcentaje del 69,2%.

En una sexta pregunta: Un robot submarino emite un haz de luz que se atenúa con la distancia hasta que desaparece totalmente. Tal comportamiento se explica, porque en el agua la luz se: la respuesta es la (c):R/ Dispersa y se absorbe. En esta pregunta el estudiante debe identificar el concepto de óptica a través de situaciones de la vida cotidiana, especialmente el concepto de luz.

En esta pregunta los estudiantes que contestaron correctamente fueron 8 alumnos de 26, los cuales equivalen a un porcentaje del 30,8 % y contestaron de forma incorrecta 18 alumnos de un total de 26, lo que equivale a un porcentaje del 69,2%.

En una Séptima pregunta: Se tienen 2 espejos planos perpendiculares entre sí, como indica la figura. El número de imágenes de sí mismo que ve un observador parado en el punto A es: la respuesta correcta es (b)R/ 3 imágenes. En esta pregunta el estudiante debe identificar el número de imágenes que se produce al colocar un objeto en medio de dos espejos planos, e identificar el concepto de reflexión, a través de una situación óptica.

En esta pregunta los estudiantes que contestaron correctamente fueron 5 alumnos de 26, los cuales equivalen a un porcentaje del 19,2 % y contestaron de forma incorrecta 21 alumnos de un total de 26, lo que equivale a un porcentaje del 80,8%.

En la pregunta Ocho: Una persona hipermetrope no puede ver con nitidez objetos cercanos. Tres estudiantes explican el defecto óptico y dan solución a éste de la siguiente manera:

Estudiante 1: Sucede porque la imagen se forma detrás de la retina y se corrige con un lente convergente.

Estudiante 2: Sucede, porque la imagen se forma delante de la retina y se corrige con un lente divergente.

Estudiante 3: Sucede, porque la imagen se forma delante de la retina y se corrige con una lente convergente. Acá la respuesta correcta es la opción (b)R/ La explicación de 1 y su solución son correctas. En esta pregunta se hace alusión al concepto de refracción, teniendo en cuenta el concepto de óptica y las clases de lentes, sean éstos convergentes o divergentes desde una situación de la vida real.

En esta pregunta los estudiantes que contestaron correctamente fueron 10 alumnos de 26, los cuales equivalen a un porcentaje del 38,4 % y contestaron de forma incorrecta 16 alumnos de un total de 26, lo que equivale a un porcentaje del 61,6 %.

En la pregunta Nueve: Si en una habitación pequeña y oscura, iluminamos una pared con una potente linterna. La luz: en esta pregunta se tiene una inquietud y es que la respuesta o las respuestas pueden ser dos, la(d, c):Está quieta llenando el espacio entre la linterna y la pared o Viaja de la linterna a la pared. Acá, el alumno debe comprender muy bien el concepto de luz y tener claridad de éste concepto, a través de situaciones de la vida cotidiana.

En esta pregunta los estudiantes que contestaron correctamente fueron 21 alumnos de 26, los cuales equivalen a un porcentaje del 80,7 % y contestaron de

forma incorrecta 5 alumnos de un total de 26, lo que equivale a un porcentaje del 19,3 %.

En la pregunta Diez: Cuando es de día podemos ver una montaña porque: la respuesta es la opción (c)R/ La luz del sol rebota en la montaña y llega a nuestros ojos. En esta pregunta , el estudiante debe comprender y relacionar muy bien el fenómeno de la reflexión, el concepto de rayo incidente y rayo reflejado, a través de situaciones que para el ser humano son demasiadas cotidianas , pero que éste no sabe explicar o relacionar estos conceptos a través de fenómenos físicos.

En esta pregunta los estudiantes que contestaron correctamente fueron 18 alumnos de 26, los cuales equivalen a un porcentaje del 69,2 % y contestaron de forma incorrecta 8 alumnos de un total de 26, lo que equivale a un porcentaje del 30,8 %.

En la pregunta Once: Una pared blanca se ve de ese color porque, en esta pregunta la respuesta es la (B)R/ Le llega luz blanca y se refleja. En esta pregunta el estudiante debe identificar cómo la luz interactúa con el medio, las relaciones y sus propiedades.

En esta pregunta, los estudiantes que contestaron correctamente fueron 10 alumnos de 26, los cuales equivalen a un porcentaje del 38,4 % y contestaron de forma incorrecta 16 alumnos de un total de 26, lo que equivale a un porcentaje del 61,6 %.

En la pregunta número Doce: Cuando ves tu imagen en un espejo: la respuesta es la opción (a)R/ Los rayos procedentes de ti rebotan en el espejo: En esta

pregunta el estudiante Comprende el fenómeno de reflexión, demostrando su dominio en el análisis de situaciones problema del tema.

En esta pregunta los estudiantes que contestaron correctamente fueron 7 alumnos de 26, los cuales equivalen a un porcentaje del 26,9 % y contestaron de forma incorrecta 19 alumnos de un total de 26, lo que equivale a un porcentaje del 73,1 %.

En la pregunta número Trece: Un espejo: la opción que satisface esta pregunta es la (b):R/ Refleja la luz y las imágenes. Acá también se relacionan los conceptos de reflexión, imagen, espejos con la realidad.

En esta pregunta los estudiantes que contestaron correctamente fueron 11 alumnos de 26, los cuales equivalen a un porcentaje del 42,3 % y contestaron de forma incorrecta 15 alumnos de un total de 26, lo que equivale a un porcentaje del 57,7 %.

En la pregunta número Catorce: Cuál de las siguientes afirmaciones es falsa?. Un objeto se ve bien cuando :la opción correcta es la opción (D):R/ nosotros estamos en la luz y el objeto en la oscuridad. El estudiante debe identificar los conceptos de luz diurna y luz nocturna, debe analizar las variables de iluminación, flujo luminoso e intensidad luminosa en un medio específico.

En esta pregunta los estudiantes que contestaron correctamente fueron 10 alumnos de 26, los cuales equivalen a un porcentaje del 38,4 % y contestaron de forma incorrecta 16 alumnos de un total de 26, lo que equivale a un porcentaje del 61,6 %.

En la pregunta Quince: Una pared negra se ve de ese color porque: la opción correcta es la (c):R/ Absorbe toda la luz que le llega: el estudiante debe identificar el concepto de reflexión de la luz y relacionar cómo ésta interactúa con el medio.

En esta pregunta los estudiantes que contestaron correctamente fueron 16 alumnos de 26, los cuales equivalen a un porcentaje del 61,5 % y contestaron de forma incorrecta 10 alumnos de un total de 26, lo que equivale a un porcentaje del 38,5 %.

### ANEXO N° 3

#### PREGUNTAS SOBRE INVESTIGACIÓN DIRIGIDA

*Integrantes:* \_\_\_\_\_ *Grado:* \_\_\_\_\_

*Objetivo:* construir una ruta que permita la solución de problemas.

Responde las siguientes preguntas en los equipos de trabajo

a. ¿Qué entiendes por investigación?

---

---

---

---

b. ¿Qué tipos de investigación conoces?

---

---

---

---

c. ¿comúnmente realizas investigación en el aula de clases? ¿de qué tipo son?

---

---

---

---

a. Cuando realizas una investigación ¿qué etapas o pasos utilizas?

---

---

---

---

b. ¿Qué importancia tiene la investigación?

---

---

---

---



## ANEXO N° 4

### GUÍA DE INVESTIGACIÓN

**Pregunta central:** Sebastián cierto día estaba sentado junto a su mejor amiga Mariana observando el atardecer, cuando lentamente vieron aparecer un arcoíris en frente de ellos, quedando anonadados por la belleza de éste. Después de determinado tiempo observando el arco iris, Mariana le pregunta a su amigo que si él sabía cómo se formaban los colores del arcoíris y cómo era posible que todos esos colores provinieran de la luz solar, pregunta a la que Sebastián no supo qué responder, sólo indicó que en la escuela le habían enseñado que si se mezclaban todos los colores no resultaba ningún color conciso, sino más bien un desastre, entonces no se explicaba cómo podían estar todos esos colores en el arcoíris.

¿Qué respuesta le darías a Sebastián y a Mariana?

1. Realiza un estudio cualitativo de la situación que se te presenta, para definir el problema e identificar las variables más relevantes.
2. Emitir hipótesis sobre los factores que pueden estar condicionando el resultado del problema y cómo le afectan.
3. Elaborar y explicitar estrategias de resolución del problema.
4. Poner en marcha la estrategia explicitando y fundamentando lo que se hace.
5. Analizar los resultados a partir de las hipótesis planteadas.

6. Reflexionar sobre las nuevas perspectivas abiertas por la resolución realizada e idear nuevos problemas susceptibles de investigación.

## **ANEXO N° 5**

### **COLOR VISION.**

**Objetivo: Diferenciar entre la adición y la sustracción del color.**

**Nombre** \_\_\_\_\_ **Grado** \_\_\_\_\_

Experimenta con la simulación de unos pocos minutos y responde las siguientes preguntas.

- 1) ¿Qué cree usted que representan los puntos en movimiento, al activar cualquiera de los colores?
- 2) ¿Qué piensa usted que representa la nube de color por encima de la cabeza del hombre? Además del color:
- 3) ¿Qué color percibe hombre cuando la luz roja se enciende a media intensidad?
- 4) ¿De qué color percibe el hombre si se enciende la luz de color azul hasta sólo una cuarta parte de toda su intensidad?
- 5) Formar una hipótesis para explicar estos dos resultados:

6) Volver el azul a la máxima intensidad. Con base a lo que sabe del arte de la escuela elemental, ¿Qué color se puede esperar si tuviera que añadir verde en toda su intensidad?

7) ¿De qué color, en realidad se ve cuando se añade verde en toda su intensidad?

8) Formar una hipótesis para explicar los resultados de las dos preguntas anteriores:

9) ¿De qué color se percibe cuando rojos y azules son vistos en toda su intensidad?

10) ¿Qué color se percibe al verde y el azul cuando son vistos en toda su intensidad?

11) Haga una pausa por un momento. Con base en los resultados hasta ahora, ¿Qué color se puede esperar cuando el rojo, verde y azul son vistos al mismo tiempo?

12) ¿Estos experimentos últimos tienen más que ver con el arco iris o las pinturas? ¿Por qué?

*Rojo, verde y azul se conoce comúnmente como los colores primarios aditivos y se utilizan en pantallas de televisión y monitores de ordenador. Además de las cantidades variables de estos colores primarios aditivos, generar la enorme variedad de colores que se pueden mostrar. Usted puede ver estos colores primarios mediante la colocación de pequeñas lentes en la pantalla (es decir, rociar unas gotas de agua en la pantalla).*

13) Aproximadamente, ¿Qué cantidad de cada color se debe mezclar para generar marrón, rojo, verde y azul.

14) Aproximadamente, ¿cuánto de cada color se debe mezclar para generar púrpura?

\_\_\_\_\_ rojo verde azul \_\_\_\_\_

15) Aproximadamente, ¿cuánto de cada color se debe mezclar para generar naranja?

\_\_\_\_\_ rojo verde azul \_\_\_\_\_

16) ¿Cuál es la diferencia entre estos resultados y lo que has aprendido en el arte de la mezcla de colores?

*En artística de Primaria, usted aprendió sobre la mezcla de pigmentos. Los colores sustractivos primarios son cian, magenta y amarillo. Estos son exactamente los colores que se encuentran mediante la mezcla de dos colores primarios aditivos en toda su intensidad. Estos colores todavía no se ajustan exactamente con su educación de escuela Primaria, sin embargo, el número de alumnos de Primaria conocen el cian y magenta? Qué son, sin embargo, muy familiares, ya que se utilizan como pigmentos en todas las impresoras color de inyección de tinta para producir imágenes de fotos en color de calidad.*

17) Seleccione la pestaña sola, bombilla de la parte superior y el cambio de su haz de fotones de un rayo continuo. ¿De qué color es la luz incidente?

18) ¿De qué color percibe el hombre con un filtro amarillo?

19) Encienda el haz en fotones. Explique por qué el hombre percibe amarillo, con las palabras absorber y transmitir.

20) Antes de hacer cualquier ajuste de qué color el hombre verá con cualquier filtro de color?

21) Ponga a prueba su hipótesis anterior. ¿Es correcto? Si no, revisar.

22) Devolver el filtro de color amarillo, con luz sólida, y seleccionar un tipo de lámpara monocromática de color amarillo. ¿Qué color percibe el hombre?

23) Cambiar el haz de fotones y explicar por qué sucede este caso.

24) Antes de hacer algún cambio más, has la hipótesis de qué pasaría si el filtro se cambia a rojo. Has lo anterior pero con los colores naranja, azul, amarillo

25) Generalizar la hipótesis. En otras palabras, ¿qué sucede cuando el filtro de colores y la lupa son casi los mismos? ¿Qué sucederá cuando los colores de la lupa son muy diferentes?

26) Después de experimentar con el programa, ¿qué preguntas adicionales se te ocurren? Trata de presentar la respuesta. Esto con el fin de ser aplicadas a otras personas.