

Micro mundo para la enseñanza de la Óptica en estudiantes de grado 8

Víctor Andrés Heredia Heredia

Universidad Pedagógica Nacional

Agosto de 2010

Micro mundo para la enseñanza de la óptica en estudiantes de grado 8

Trabajo para optar por el título de Licenciado en Física

VÍCTOR ANDRÉS HEREDIA HEREDIA

Asesor

EDUARDO GARZÓN LOMBANA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

Facultad de Ciencia y Tecnología

Departamento de Física

2010

E-mail: victor.a.hheredia@hotmail.com

Nota de Aceptación

Asesor: Eduardo Garzón Lombana.

Jurado 1

Jurado 2

Dedicatoria

A mi madre que gracias a sus enseñanzas y apoyo he podido llegar hasta aquí, a mis hermanos que me han ayudado en los momentos difíciles y, a mis profesores y compañeros quienes en mi proceso en la universidad me apoyaron y guiaron a cumplir mis metas.

Tabla de contenido

1. Introducción.....	8
1.2. Problema:.....	9
1.3. Justificación:.....	9
1.4. Objetivos:.....	10
1.4.1. Objetivo General.....	10
1.4.2. Objetivos Específicos:.....	10
2. El marco teórico.....	11
2.2 Micromundos:.....	11
2.3. Los MECs:.....	11
2.4. La Luz:.....	12
2.5. Reflexión de la Luz:.....	13
2.6. Reflexión en los espejos:.....	13
2.7. Caracterización de la Imagen:.....	16
2.7.1. Geométrico:.....	16
2.7.2. Analítico:.....	17
3. El Software.....	19
4. Implementación.....	23
4.1 Colegio:.....	23
4.2 La Población escogida:.....	24
4.3 Prueba Piloto:.....	24
4.4 La implementación:.....	29
4.4.1 Primer Momento:.....	29
4.4.2 Segundo Momento: Implementación Del Software.....	31
4.4.3. Tercer Momento: Conclusión.....	32
5. Análisis de Resultados.....	33
6. Conclusiones.....	39
7. Recomendaciones.....	40
8. Bibliografía.....	41

Lista de gráficas

Gráfica 2.1. Imagen de un reloj vista a través de un espejo.....	13
Gráfica 2.2. Espejos Curvos.....	14
Gráfica 2.3. Reflexión de la Luz en un espejo cóncavo.....	14
Gráfica 2.4. Reflexión de los Rayos de Luz que inciden en un espejo.....	15
Gráfica 2.5. Ubicación de una imagen por medio de los rayos notables en un espejo cóncavo.....	17
Gráfica 3.1. Pantalla de inicio de sesión de Usuario.....	19
Gráfica 3.2. Simulador espejo cóncavo.....	20
Gráfica 3.3. Pregunta de control en la finalización de las actividades.....	21
Gráfica 3.4. Pantalla de los ejes temáticos.....	23
Gráfica 4.1. Esquema de estructuración del software.....	31

Lista de tablas

Tabla 4.1. Evaluación realizada al software a nivel de contenidos y si estos se articulan correctamente de la forma usuario-guía-software.....	25
Tabla 4.2. Evaluación realizada al software a nivel de navegabilidad y funcionalidad a través de la interacción software-usuario.....	27
Tabla 4.3. Actividades realizadas durante la aplicación de una guía de laboratorio.....	29
Tabla 4.4. Preparación de clase para después del laboratorio.....	30
Tabla 4.5. Preparación de clase para la implementación del software.....	32
Tabla 4.6. Sesión de clase para después de la implementación del software.....	33
Tabla 5.1. Evaluación a los estudiantes a través del software.....	34
Tabla 5.2 autoevaluación de los estudiantes en la implementación.....	37

1. Introducción

El “**concepto**” es importante para el aprendizaje y posterior entendimiento de los fenómenos físicos, así mismo el problema por la apropiación de este no es nuevo, varios autores se han preocupado por dar respuesta a esta situación, entre ellos *Antonia Candela* quien hace un estudio en el aprendizaje del conocimiento extraescolar al escolar entendiéndolo en su documento como “... al conocimiento que en relación con temas de la ciencia se va construyendo en la interacción entre docentes y alumnos en el aula y se legitima por su parte objetividad, universalidad e independencia de los sujetos y condiciones sociales de producción.” Que para nuestro caso, este conocimiento escolar se puede toma como el “**concepto**”. Por otro lado Vigotski “... los conceptos verdaderos son los conceptos científicos adquiridos a través de la instrucción...”. Así como estos dos autores hay otros para los cuales este es un asunto que debe ser tratado en la enseñanza de las ciencias en el aula, no obstante aun cuando ellos son de épocas diferentes se puede observar que esta inquietud y problema sobre la enseñanza y aprendizaje de los conceptos aun están vigentes.

A través de mis prácticas pedagógicas con estudiantes de grado 11 del colegio Cafam pude observar que muchos de ellos en exposiciones realizadas con respecto a un tema específico no asimilaban el “**concepto**”, sin embargo, poseían un conocimiento aceptable acerca del fenómeno, no obstante, al momento de socializarlo este era nombrado usando términos que hacen alusión al mismo pero no necesariamente al fenómeno al cual ellos se estaban refiriendo, y en muchas ocasiones en dichas exposiciones se limitaban únicamente a dar explicación al fenómeno presente en sus temas de exposición sin ahondar mucho en la explicación conceptual del mismo, es decir, explicaban los aparatos fuente de estudio pero en forma histórica no funcional, puesto que esto requería que ellos tuvieran un dominio más que aceptable del fenómeno con el cual estos funcionaban.

Por otro lado, en el estudio de la óptica geométrica aparecen dos conceptos: Reflexión y Refracción; fundamentales en la explicación de fenómenos que se originan con lentes y espejos, y cuya implementación técnica es simple pero interesante de estudiar, y así mismo, tan cotidiana como el electromagnetismo no obstante nuestra interacción con estos instrumentos pasa en muchos casos desapercibida debido a lo comunes que se muestran. El propósito de este trabajo es desarrollar una estrategia que permita la apropiación de uno de uno de estos dos conceptos (Reflexión de la Luz), a través del uso de un Software como herramienta didáctica y de apoyo en el entendimiento y comprensión de algunos fenómenos físicos.

1.2. Problema:

Durante las prácticas pedagógicas que realicé en séptimo y octavo semestre en el colegio Cafam de la Av. 68 pude evidenciar que a los estudiantes se les dificultaba dar cuenta de los fenómenos de reflexión y refracción, durante exposiciones realizadas para el tema de “fenómenos ondulatorios” a través de su aplicación práctica en los diferentes instrumentos ópticos, no obstante la presentación estaba basada en las aplicaciones y usos cotidianos, así como la historia de estos, y, por lo general dejaban de lado la explicación teórica del fenómeno presente en estos instrumentos,

Por lo que se deben plantear estrategias didácticas que permitan la apropiación de estos conceptos. En este sentido surge la necesidad de explorar posibilidades, especialmente tecnologías que faciliten en el estudiante procesos de aprendizaje, no solo en el aula de clase sino también en otros espacios no académicos que fomenten la autonomía por parte de los ellos en la adquisición del conocimiento, por otra parte, estas herramientas pueden generar en los estudiantes aceptación positiva y lograr así que la interacción con estas sea más frecuente y que ellos mismos sean los primeros en proponer el uso de estas herramientas y por eso:

*Es importante que los estudiantes se apropien de los diferentes **conceptos** en los que se sustentan las teorías y los fenómenos, en particular el referente a: Reflexión.*

1.3. Justificación:

Este trabajo pretende aportar a la enseñanza de la física y particularmente de la óptica geométrica dado que los fenómenos allí presentes son cotidianos, al igual que muchos otros temas de la física, pero este puede despertar curiosidad en estudiantes de cualquier nivel y permitir la investigación práctica sin correr algún riesgo con los materiales necesarios para el estudio de este. Así mismo estos temas son poco abordados en los colegios dando prioridad a temáticas de la mecánica clásica, por lo que los tiempos académicos son reducidos para la enseñanza de otras temáticas, es por eso que estas herramientas se convierten en fuertes aliadas en la enseñanza de la física.

Por otra parte se propone el empleo de herramientas tecnológicas como apoyo en los procesos educativos buscando que el docente cuente con alternativas didácticas y nosotros como docentes en formación debemos aprovechar el potencial que estas ofrecen, es por eso que algo tan común como lo es el computador, se convierte en una herramienta útil para el aprendizaje de conceptos, sin dejar de lado la orientación y el acompañamiento del maestro.

“la base matemática que requiere el estudiante de este nivel, se encuentra en algunos teoremas de la geometría y en la definición de las funciones trigonométricas seno, coseno, y tangente, lo cual es viable” Alicia Páez Duran. Por lo que si se pretendiera no solo enseñarle la parte conceptual de la reflexión a estudiantes de niveles de básica secundaria sino también la parte formal que los sustenta no se presentarían dificultades por parte de los estudiantes en el aprendizaje del concepto.

1.4. Objetivos:

1.4.1. Objetivo General.

Proponer una estrategia de aula que permita la apropiación de los conceptos: Reflexión y Refracción, en estudiantes de Grado 8 mediante el empleo de tecnologías.

1.4.2. Objetivos Específicos:

Diseñar y desarrollar un software educativo como herramienta en el aprendizaje de los conceptos en óptica geométrica como reflexión y refracción.

Diseñar e implementar una estrategia de Aula a través de este software.

Aportar estrategias basadas en tecnologías para la enseñanza de la física.

Analizar resultados sobre el impacto de dicho software en el aula.

2. El marco teórico

2.2 Micromundos:

Los Micromundos son ambientes digitales representados a través de procesos creativos e imaginativos del ser humano, donde en muchos casos y dependiendo del tipo de micro mundo que se desee desarrollar se tienen en cuenta los aspectos: tecnológico, pedagógico, psicológico y comunicativo de la disciplina en la que se desee desarrollar este tipo de herramientas, con lo cual lo que se pretende es hacer una representación de entidades y conceptos que hacen referencia a lo que se desea enseñar.

En este trabajo lo que se pretende es que el estudiante aprenda el concepto de reflexión de la Luz en espejos, por lo que las herramientas desarrolladas están encaminadas y guiadas por los componentes anteriormente mencionados.

2.3. Los MECs:

Materiales Educativos Computarizados, estos son programas informáticos encaminados a la enseñanza de uno o varios conceptos a una población específica, sin embargo en muchos casos estos se presentan de forma plana teniendo como único fin la transmisión de conocimiento sin tener en cuenta el contexto en el cual se está presentando el concepto, claro está que para que sean herramientas estos se deben articular con estrategias pedagógicas.

Es por eso que el profesor Álvaro Galvis caracteriza cuatro tipos de herramientas computacionales que dependiendo del tipo de navegación que permiten van de simples donde solo permiten una interacción usuario-herramienta hasta los más estructurados que permiten una interacción en ambos sentidos entre la herramienta y el usuario:

- Demo: ilustra aquello que se desea y da al usuario la posibilidad de manejar algunas variables.
- Ejercitador: es el que permite generalizar y reforzar habilidades y destrezas que el estudiante ha adquirido en otros momentos y por otros medios.
- Tutorial: ayuda a que el usuario se apropie del conocimiento por medio de la presentación contextualizada y dosificada del contenido complementando el tipo anterior.
- Heurístico: “...se apoya en el descubrimiento y la construcción de los conceptos y habilidades, a partir de la actividad inquisitiva y conjetural del aprendiz...”.

Al analizar estos tipos de MECs se puede ver que al momento de desarrollar algún tipo de herramienta como estas hay que tener en cuenta la población y los alcances que estos puedan tener en esta, así mismo como lo que se pretende que el estudiante aprenda, puesto que al

desarrollar la herramienta se hace muy importante el nivel de educación del grupo a la cual estará dirigida.

Al desarrollar los MECs también hay que tener en cuenta también un aspecto lúdico, puesto que componentes que en muchas ocasiones pasa desapercibido tales como la forma y lo amigable con lo que se muestre la información sea entretenida sin miedo a que la herramienta tienda a ser infantil puesto que para cada población a la que este dirigida la herramienta se pueden encontrar los contenidos visuales y de presentación de la información, puesto que esto hace que el usuario mantenga una interacción continua y entretenida con estas.

Por otro lado está el papel del docente y del estudiante en el uso de los MECs, donde ellos dos son interlocutores del conocimiento y las herramientas propuestas en estos, no obstante sin que el docente le delegue el control total al estudiante, es decir, hay que dejar al estudiante que interactúe con la herramienta tanto y como él lo desee pero siempre guiado o bajo la asesoría del docente, para que así se generen los procesos de aprendizaje propuestos.

2.4. La Luz:

La Luz es un fenómeno que ha intrigado a la humanidad desde hace mucho tiempo, desde los antiguos filósofos como Empedocles (490-430 a.C.) y Euclides (300 a.C.) quienes ya concebían a la Luz como algo que se movía de forma rectilínea en la reflexión y la refracción.

Más adelante René Descartes (1596-1650 d.C.) decía que la luz era una presión transmitida a través de un medio elástico (éter) el cual estaba presente en el todo el espacio vacío y propuso la diversidad de los colores como movimientos rotatorios que producían diferentes velocidades en las partículas de ese medio. La ley de la reflexión era conocida desde los antiguos griegos, mientras que la ley de la refracción solo pudo ser descubierta hasta el siglo XVII por el Físico Snell. Más adelante Fermat anuncia su principio de “tiempo mínimo” el cual considera que la luz siempre sigue el camino más corto, teniendo como consideración que en los distintos medios la luz experimentará diferentes resistencias deduciendo de esta forma la ley de la reflexión.

Claro está que el debate más interesante sobre ésta data desde el siglo XVII donde Isaac Newton quien proponía una teoría corpuscular de la luz que supone a esta como partículas que se propagan en línea recta y que al llegar a un obstáculo lo que hacen es rebotar o traspasar, originadas de una fuente luminosa y no de los objetos o de los ojos como se pensaba anteriormente; aun cuando esta teoría no lo graba explicar en su totalidad muchos fenómenos conocidos asociados al comportamiento de la luz, Newton no concebía otra forma de explicarla, debido a su experiencia, es por eso que esta teoría corpuscular logró sostenerse firme y aceptada durante mucho tiempo.

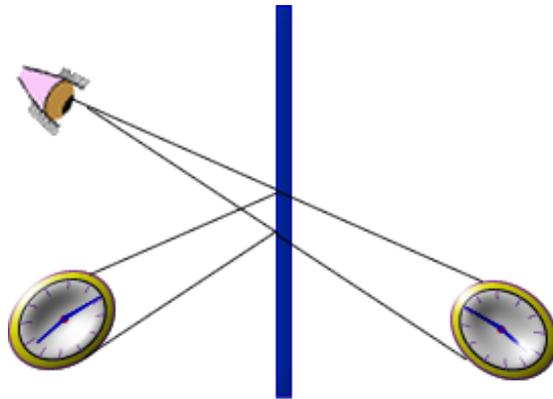
Por otro lado se encuentra la teoría ondulatoria que postula Huygens en su libro “Tratado de la Luz” el cual dice que “cada punto del éter sobre el que llega la perturbación luminosa puede convertirse en un centro de nuevas perturbaciones que se propagan en forma de ondas esféricas; estas ondas secundarias se combinan de tal forma que sus envoltentes determinan el frente de onda en un tiempo posterior”. Gracias a este principio Huygens pudo explicar los

fenómenos de Reflexión y Refracción de la Luz con lo cual esta teoría logró sostenerse como una firme opositora que lograba dar cuenta de muchos fenómenos ondulatorios relacionados con la Luz.

2.5. Reflexión de la Luz:

Como ya se dijo, la reflexión de la Luz se conoce desde hace mucho tiempo, y este fenómeno aun sigue presente para la fabricación de innumerables instrumentos que usamos ya sea para el uso en nuestros hogares o para el industrial. Los principales instrumentos usados bajo este principio son los espejos ya sean esféricos o planos puesto que son usados ampliamente.

El principio de reflexión de la Luz dice que todo rayo luminoso que incide sobre una superficie plana y lisa cambia de dirección regresando al medio de donde proviene; esto se aplica para todas las superficies, pero se pueden distinguir principalmente a dos clases diferentes: Lisas y Rugosas; estas primeras permiten una reflexión de la Luz homogénea lo cual hace que los objetos puestos frente a estos puedan ser observados a lo que se le llama Reflexión especular *gráfica 2.1*, aquí se encuentran los metales pulidos, y los espejos; mientras que las segundas reflejan los rayos de luz de forma caótica debido a que sus superficies son corrugadas a esto se le llama reflexión difusa, aquí se encuentran todos los cuerpos.



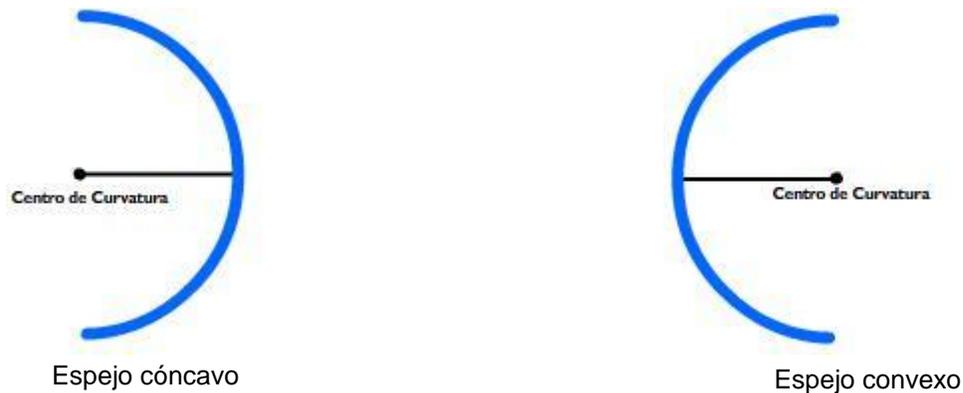
Gráfica 2.1 imagen de un reloj vista a través de un espejo plano.

2.6. Reflexión en los espejos:

Aun cuando existen numerosas superficies reflectoras los espejos sobresalen entre estas puesto que son los más comunes, y entre esos podemos caracterizar dos tipos de espejos, los planos y los esféricos.

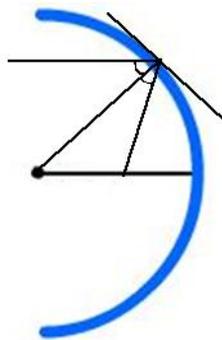
Los espejos planos son superficies como su nombre lo dice planas que son capaces de reflejar la Luz tal cual como esta llega al espejo, es decir, al incidir los rayos desde una fuente luminosa en un punto específico estos serán reflejados como si proviniesen de un punto ubicado detrás del espejo y a la misma distancia, así mismo, no modifica de ninguna forma la imagen con respecto al objeto, es decir, esta será mostrada de la de la misma forma a como está el objeto frente al espejo.

Por otra parte se encuentran los espejos esféricos que pueden ser cóncavos o convexos, dependiendo de cuál sea su superficie reflectante la que está en la parte interna de la curvatura la llamaremos cóncavos y si la reflexión se da en la parte externa de la curvatura lo llamaremos convexo, así entonces, podremos caracterizar dos tipos de espejos curvos los cóncavos y los convexos.



Gráfica 2.2. Espejos curvos

Estos espejos curvos cumplen con las leyes de la reflexión sin ninguna excepción, no obstante al ser superficies esféricas cada punto en el que incida el rayo de luz hará parte de un plano diferente, por lo que esta no se reflejara aparentemente de la misma forma a como llega, sin embargo, si como sabemos que en una circunferencia toda línea que proviene del centro de curvatura es perpendicular a esta, podemos demostrar este principio de la reflexión a partir de esto, ya que es desde allí el ángulo de incidencia y reflexión son iguales.



Gráfica 2.3. Reflexión de la Luz en un espejo cóncavo

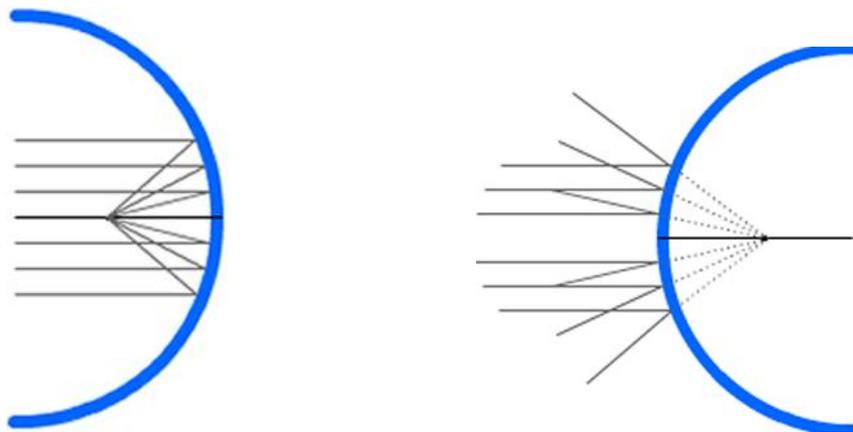
Para poder hacer las respectivas caracterizaciones de cómo se vería la imagen de un objeto que esta frente a estos de espejos es necesario mencionar varios términos que son importantes para el estudio de la formación de imágenes en estos:

Foco: todos los rayos que incidan en un espejo cóncavo de forma paralela al eje óptico (Línea que va desde el centro de curvatura hasta el espejo) se reflejarán hacia un punto específico, al

cual llamaremos foco del espejo, y coincide con el punto medio entre el centro de curvatura y el espejo.

$$f = \frac{C}{2}$$

No obstante si los rayos que inciden no son paralelos al eje óptico pero sí entre ellos, todos se encontraran también en un mismo punto solo que este no se encuentra sobre el eje óptico sino en otro punto en el espacio, este punto coincidirá verticalmente con el foco, es decir, si extendemos una línea perpendicular al eje óptico desde el foco todos los rayos incidirán en algún lugar en esta recta, la que llamaremos plano focal.



Gráfica 2.4. Reflexión de los rayos de Luz que inciden en un espejo curvo

Centro de Curvatura: Es el mismo radio de curvatura (**R**) de la esfera solo que como los espejos ya no son esferas sino casquetes lo llamaremos centro de curvatura (**C**).

$$C = R$$

Objeto: Es lo que se encuentra frente a los espejos cualquier cosa puede ser un objeto excepto una fuente luminosa.

Imagen: Es aquella que se genera debido a la interacción entre un objeto y un espejo, esta conserva las mismas características del objeto, dependiendo del tipo de espejo en la cual se refleje el objeto, estas pueden ser de dos tipos reales y virtuales.

Imagen Virtual: Es aquella que se genera detrás del espejo, es decir al lado contrario del espejo de donde está ubicado el objeto.

Imagen Real: Es aquella que se genera en frente del espejo, es decir al mismo lado del espejo de donde está ubicado el objeto.

Rayos Notables: De todos los infinitos rayos que inciden sobre el objeto, se toman tres principales, con los cuales se puede hacer una descripción de la imagen generada. Estos siempre iniciaran desde la parte más alta del objeto.

2.7. Caracterización de la Imagen:

Para caracterizar la imagen formada en los distintos espejos curvos, es posible hacerla de dos formas distintas e igual de validas, una es geométrica, que es la caracterización gráfica de cómo se verá la imagen de un objeto ubicado frente a un espejo curvo, mientras que la otra es matemática, que da cuenta del comportamiento de la imagen de un objeto frente a un espejo.

2.7.1. Geométrico:

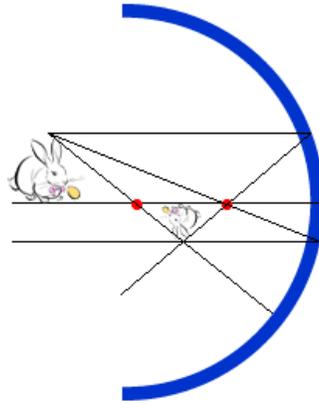
La caracterización geométrica consta de situar imágenes a través de la construcción de diagramas de rayos, que consta de la selección de rayos notables que van desde la parte superior del objeto hacia el espejo siguiendo caminos distintos en su recorrido hacia el espejo, como ya se hablo anteriormente estos rayos notables son unos específicos con los cuales se puede hacer la caracterización del espejo:

1. **Rayo Paralelo:** Va paralelo al eje óptico y se refleja hacia por el foco del espejo.
2. **Rayo focal:** Pasa por el foco del espejo y se refleja paralelo al eje óptico.
3. **Rayo central:** Este pasa por el centro del espejo y se refleja de la misma dirección a como incidió, puesto que incide de forma perpendicular al espejo

Ahora debemos hacer unas consideraciones las cuales nos resulten convenientes para la caracterización geométrica de la reflexión en los espejos curvos sin importar que tipo de espejo estudiemos.

- La Luz viaja de izquierda a derecha.
- Todas las distancias positivas son las que se tomen de izquierda a derecha.
- Son negativas las distancias que se miden de derecha a izquierda.
- La distancia del objeto se medirá desde el lugar donde está situado hasta el vértice del espejo.
- La distancia de la imagen estará medida desde el lugar donde está situada hasta el vértice del espejo.
- El radio de curvatura se mide desde el centro de curvatura del espejo, con lo que este será negativo o positivo dependiendo del tipo de espejo. Radio positivo para espejos cóncavos, mientras que negativo para espejos convexos.

A continuación se muestra un esquema de la caracterización de estos tres rayos.



Gráfica 2.5. Ubicación de una imagen por medio de los rayos notables en un espejo cóncavo

Como se puede ver en la gráfica la intersección de los rayos nos muestra la ubicación de la imagen y que con solo dos de ellos se puede obtener dicha ubicación el tercero entonces sería de verificación, del mismo modo podemos ver que la imagen es más pequeña en comparación con el objeto con lo que la imagen entonces será:

Real: Porque la imagen está ubicada en la parte positiva del espejo.

Invertida: La intersección de los rayos se hace por debajo del eje óptico.

Menor Tamaño: cuanto más lejos se ubique el objeto del espejo más pequeña será la imagen.

2.7.2. Analítico:

Por otro lado existe el proceso analítico de la reflexión de la luz en los espejos con el cual podemos dar cuenta de qué tanto es el cambio de la altura de la imagen con respecto al objeto, la ubicación exacta de ésta, puesto que geoméricamente podemos ver que la imagen en la *gráfica 2.5.* está situada en algún lugar entre el centro de curvatura y el foco mientras que su tamaño es menor que el objeto, cosas que podemos saber con solo ver el gráfico, pero si quisiéramos saber en qué lugar exactamente está situado nos resultaría difícil, así como la proporción de tamaño con respecto al objeto lo podremos determinar con base en la siguiente fórmula matemática denominada **Formula de Gauss**¹.

$$\frac{1}{di} + \frac{1}{do} = \frac{2}{R}$$

O lo que sería lo mismo:

Si:

$$f = \frac{R}{2}$$

¹ di: distancia imagen.
do: distancia objeto.
R: radio del espejo.
f: foco del espejo.

Entonces

$$\frac{1}{di} + \frac{1}{do} = \frac{1}{f}$$

De esta ecuación podemos deducir la posición tanto del objeto como de la imagen conociendo la posición del otro, ahora si lo que tenemos es un espejo plano debemos tener en cuenta que el radio de curvatura estaría ubicado en el infinito con lo que:

$$R \approx \infty$$

$$\frac{2}{R} \cong 0$$

$$\frac{1}{di} + \frac{1}{do} = 0$$

Por lo que

$$do = -di$$

Lo cual concuerda con lo que podemos observar cuando nos observamos a través de un espejo plano, el signo negativo nos indica que la imagen se generará en el lado contrario del espejo; del mismo modo podemos tener información sobre que tan grande será la imagen en comparación con el objeto con lo cual el **Aumento** será:

$$A = -\frac{do}{di}$$

El signo negativo hace referencia a que como la distancia del objeto y la distancia de la imagen son positivas (imagen real) la imagen estará invertida con respecto al espejo, y así mismo si la imagen es negativa (imagen virtual) esta será derecha con respecto al objeto.

3. El Software

El software elaborado para la realización de esta investigación fue desarrollado en su totalidad en la plataforma de programación Microsoft Visual BASIC 6.0 ® el cual, consta de 15 formularios entre: simuladores, preguntas, pantalla de inicio, y ejes temáticos; en los cuales se desarrollan los contenidos propuestos para el aprendizaje del estudiante. Cada uno de estos formularios es diferente entre sí debido a las necesidades u objetivos dispuestos en cada categoría anteriormente mencionada.

Los botones, gráficos y videos fueron construidos con la ayuda de las herramientas de Macromedia Flash 8 ® y Macromedia Fireworks 8 ® esto con el fin de en el caso de los botones y algunos gráficos poder darles un entorno visual en 3D; en el caso de los videos la herramienta Flash es muy cómoda y simple de manejar.

Por otro lado los fondos utilizados en los distintos formularios fueron extraídos de Fansubs² con lo cual lo único que hay que hacer para poder acceder a estos gráficos es solicitar un permiso por lo general verbal o simplemente si se utilizaran en algún otro sitio Web referenciarlos.

Como ya se mencionó anteriormente el programa consta de cuatro categorías bien definidas en donde el estudiante puede interactuar y visualizar con distintas clases de herramientas y botones durante el uso del software. A continuación se hace una descripción de cada una de estas:



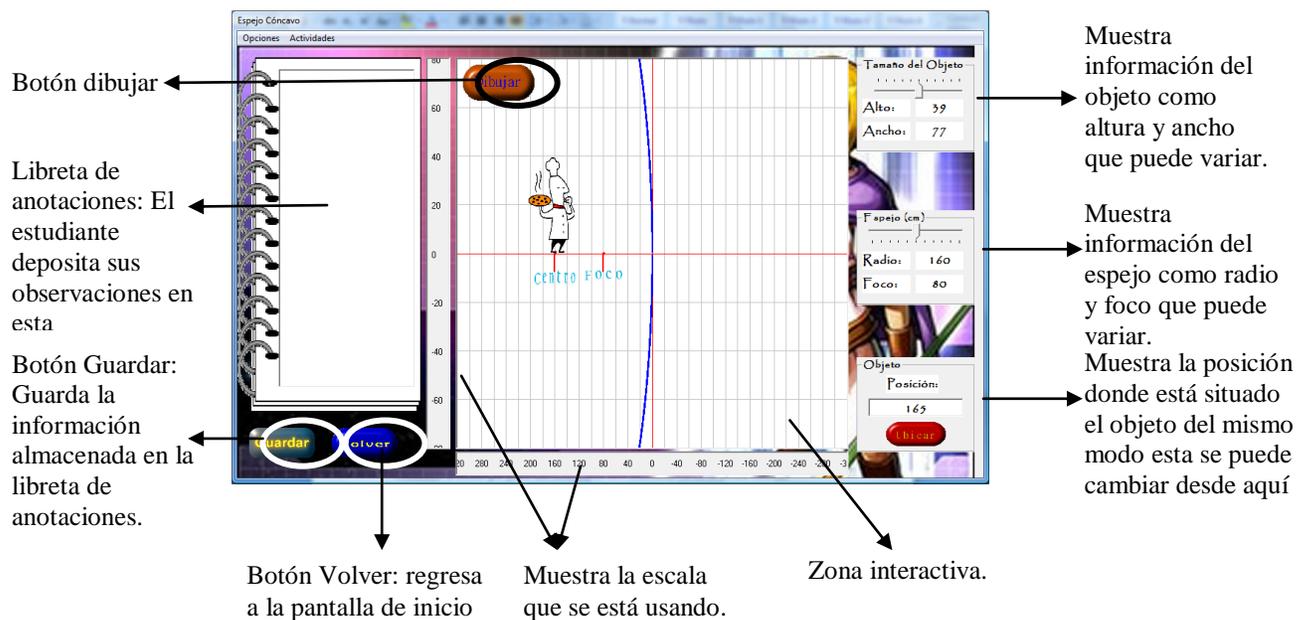
Gráfica 3.1 Pantalla de inicio de sesión de usuario.

En la pantalla de “inicio de sesión” de usuario solo se encuentran habilitados los botones de “Salir” y “Listo” lo que hace que el usuario deba ingresar los datos que se le piden para poder llevar un control de su progreso, solo hasta que llena los dos recuadros el programa habilita los

² Grupos de personas dedicadas a la socialización y muestra de las series animadas orientales, esto a través de traducciones de series y presentaciones de material visual alusivo a estas animaciones esto por medio de la Web.

demás botones, del mismo modo cuando el estudiante ha ingresado sus datos se despliegan una serie de preguntas de control para evaluar que tanto el estudiante comprende del concepto de reflexión, mientras que el botón “finalizar” solo se habilita una vez el estudiante ha navegado por los escenarios (ejes temáticos, simulador espejo cóncavo y simulador espejo convexo).

➤ **Simuladores:** Los que se pretende en estos es que los estudiantes interactúen con los distintos casos que permitan los tipos de espejos: objeto en el infinito, sobre el centro, entre el centro y el foco, sobre el foco y entre el foco y el espejo, y puedan realizar sus propios postulados y generalizaciones al observar esto de forma detallada. Por otra parte para que se pueda evidenciar el fenómeno de una forma correcta es necesario que el radio de curvatura del espejo sea mucho más grande a comparación que el tamaño del objeto.



Gráfica 3.2 Simulador espejo cóncavo

- **Objetivos:**

Generalizar el fenómeno de Reflexión a través de la interacción con el simulador de los Espejos Cóncavos y Convexos.

Conocer la composición de imágenes a través de los rayos notables.

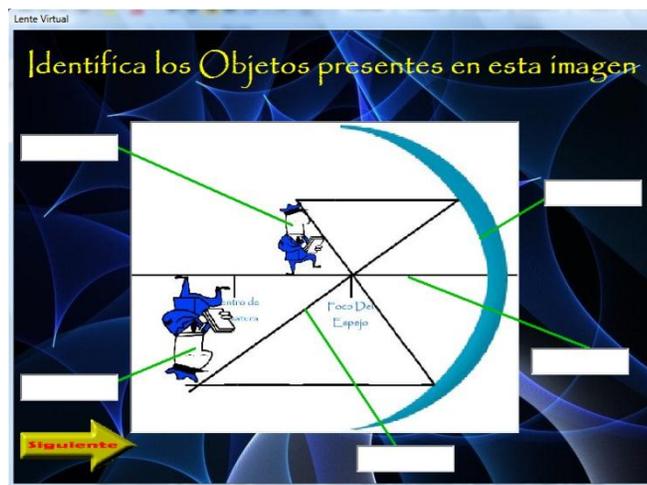
Diferenciar las distintas características de las imágenes dependiendo de la ubicación del objeto.

- **Descripción:**

Los simuladores están realizados de tal forma que los estudiantes puedan interactuar con una parte del fenómeno de reflexión de la luz en espejos curvos a la vez, es decir, cómo incide la luz y cómo sería la imagen formada en un espejo cóncavo y en uno espejo convexo por separado, ya que aun cuando el principio es el mismo, las imágenes que se generan son diferentes dependiendo del espejo y la posición del objeto frente a este, para lo cual se presenta la zona interactiva (*gráfica 3.2.*) donde se muestra la representación de un espejo cóncavo y frente a este (izquierda) el objeto el cual puede ser movido con ayuda del mouse claro está que el rango de movimiento es solo hasta la ubicación 0 que sería cuando el objeto esta sobre el espejo o “dentro” de este, lugar en el cual no habrá acción por parte del programa.

Del mismo modo los estudiantes pueden interactuar con diferentes herramientas propias de los simuladores, tales como el tamaño y la posición del objeto, el radio de curvatura del espejo y la escala que es acoplable dependiendo del radio del espejo y en el caso del espejo cóncavo el caso que se pretenda estudiar desde las actividades que este formulario propone (*gráfica 3.2.*) También se encuentra la libreta de anotaciones donde el estudiante puede digitar sus comentarios y descripciones sobre lo que observa, lo cual se guardara hasta que se termine la sesión por completo, de este modo si él desea volver sobre lo que ha escrito en alguno de los simuladores lo puede hacer, sin embargo una vez se da por terminada la sesión por parte del estudiante este contenido ya no se podrá cambiar. Queda guardado en un archivo de Word y puede ser leído por el profesor.

➤ **Preguntas:** Están diseñadas para desarrollar y evaluar las habilidades interpretativas y propositivas de los estudiantes.



Gráfica 3.3 Pregunta de control en la finalización de las actividades³.

³ Con esta pregunta lo que se pretende es que los estudiantes identifiquen todo lo que esta presenta al momento de realizar una representación gráfica de la reflexión en los espejos curvos.

- **Objetivos:**

Interactuar con los diferentes entornos como análisis de gráficos, videos, y proposiciones a partir de casos en los espejos, para desarrollar y evaluar la habilidad argumentativa y propositiva por parte del estudiante en la descripción del fenómeno de reflexión.

- **Descripción:**

La formulación de las preguntas está apoyada con imágenes y videos no solo como parte de la pregunta sino a manera de ayuda, para que los estudiantes puedan ya sea observar una situación o recordar un significado sobre lo que se pregunta, con esto lo que se pretende es que los estudiantes se concentren más en sus afirmaciones que en recordar lo que en muchos casos puede resultar relevante al momento de evaluar.

Las preguntas están divididas en dos subgrupos de introducción: que son las que se despliegan inmediatamente después que el estudiante ha introducido sus datos y son de control para evaluar lo que el estudiante entiende y sabe de la reflexión en espejos planos y el fenómeno en estos.

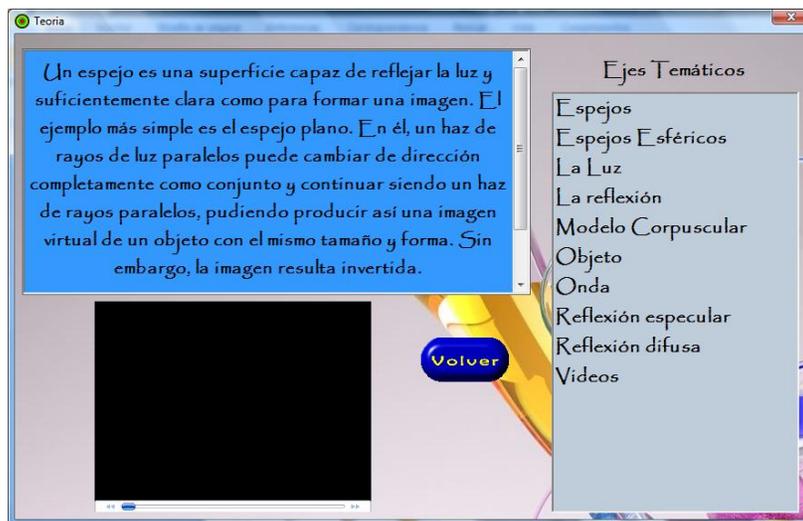
La segunda de conclusión: estas preguntas están formuladas para evaluar lo que el estudiante comprendió, reafirmó o reformuló durante la navegación por el software en particular lo relacionado con los espejos curvos.

➤ **Videos:** Se diseñaron videos que ayudaban a ilustrar en muchos casos los conceptos teóricos aprovechando al máximo las herramientas tecnológicas y lo ilustrativo que puede llegar a ser un video en al querer mostrar o dar a conocer algún fenómeno o un término en este caso en particular el de reflexión de la Luz, así como videos tutoriales para el manejo de las herramientas del software.

- **Objetivos:**

Realizar una herramienta complementaria para la enseñanza de la teoría respecto al tema.

➤ **Ejes Temáticos:** Muestra distintos temas alusivos a la reflexión de la Luz en los espejos, incluyendo términos que son importantes en el aprendizaje del fenómeno de la reflexión más global de todo lo que este tiene inmerso, tales como: objeto, imagen, Haz de Luz, Rayos notables, etc.



Gráfica 3.4 Pantalla de los ejes temáticos.

- **Objetivos:**

Mostrar los distintos términos que están inmersos en la reflexión de la Luz, así como su importancia en la comprensión de este concepto.

- **Descripción:**

Consta de un formulario en el cual se presentan los videos que ilustran los distintos ejes temáticos, un cuadro de texto donde se listan dichos ejes y otro donde se muestra la teoría alusiva a cada eje, estos se presentan cuando el usuario selecciona alguno de los títulos, se muestra la teoría respectiva así como el video correspondiente, de esta forma el usuario no debe interactuar con botones innecesarios.

4. Implementación

4.1 Colegio:

“La autonomía para aprender o aprender a aprender es la disposición personal para mantener por sí mismo un continuo proceso de re significación del conocimiento; La formación para la autonomía comprende el aprender a aprender, la autonomía social y la autonomía intelectual”.

Estos son las propuestas que hacen de este un colegio diferente a los otros es por eso que el colegio Cafam, cuya sede principal está ubicada en la Av. 68, es considerado por ellos mismos y muchos entes educativos a nivel de educación superior como un colegio de muy alto nivel a dentro de los colegios en la ciudad; para lograr cumplir con esto ellos proponen clases

rotativas, es decir, tanto los estudiantes como los profesores se desplazan de salones logrando que los estudiantes se formen una autonomía al momento de la puntualidad y asistencia oportuna a sus clases, por otro lado cuentan con descansos entre cada clase para que la jornada académica no les sea tan intensa.

Los docentes que allí laboran son profesionales con una amplia experiencia en educación, y gracias a esta el colegio logra mantenerse en los primeros lugares de excelencia, y del mismo modo en constante cambio para cumplir con las expectativas de sus estudiantes y promover una educación de calidad orientada a un proceso académico para el ingreso a la universidad; para esto no solo se cuenta con los profesores de la misma institución, sino que a través de convenios con algunas universidades los estudiantes de media vocacional (décimo y undécimo), pueden realizar algunos estudios en esas, buscando así continuidad en las mismas al terminar su educación media.

El colegio Cafam es una de las instituciones a través de la cual la caja de compensación familiar Cafam, hace realidad su compromiso de responsabilidad social mediante la educación. Desde su creación ha mantenido una propuesta educativa de alta calidad con subsidios y tarifas diferentes de acuerdo con el nivel de ingresos de sus afiliados.

4.2 La Población escogida:

La población propuesta para la implementación del software educativo son los estudiantes de grado 8 del colegio Cafam de la Av. 68, donde la gran mayoría de estudiantes son de clase media alta. Cuyas edades oscilan entre 12-14 años, con cursos de 40 estudiantes en promedio por salón. Donde en el grupo escogido para la implementación de la herramienta, había **25 hombres y 15 Mujeres** lo que hace que sea un curso equilibrado.

4.3 Prueba Piloto:

El pilotaje realizado al software con 8 niños de edades entre 12 y 14 años, y características poblacionales similares a la que está dirigida el software, la implementación se hizo a través de una guía de trabajo previamente preparada y evaluada (*Anexo 1*) la cual a través de una serie de preguntas lo que se busca es que el estudiante logre dar cuenta del fenómeno y articule los contenidos presentados en el software con lo que se pretende que el estudiante comprenda. La evaluación de este pilotaje se realizó teniendo en cuenta las siguientes preguntas: ¿Los estudiantes aprendieron?, ¿Qué comprendieron los estudiantes?, ¿El software fue lo suficientemente explícito?, ¿Los contenidos del software fueron adecuados? Para lo cual se presentan las siguientes tablas de resultados.

Tabla 4.1: Evaluación realizada al software a nivel de contenidos y si estos se articulan correctamente de la forma **usuario-guía-software**.

Objetivos del software	Preguntas	Resultados esperados	Resultados Obtenidos
Reconocer los diferentes tipos de espejos y sus aplicaciones en la vida diaria.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ¿Qué cualidades caracterizan a un espejo?, Describalas. ➤ Gracias a la luz que proviene del sol hemos podido desarrollarnos tal como somos ahora, nombre algunos instrumentos que utilizamos gracias a la reflexión de esta Luz. ➤ ¿Qué tipos de espejos utilizamos en los automóviles, los supermercados y en nuestras casas? 	<p>Los estudiantes diferenciarán los tipos de espejos.</p> <p>Los estudiantes reconocerán como las diferentes características de los espejos los hacen útiles en algunos lugares.</p>	<p>Los estudiantes diferenciaron dos tipos de espejos: planos y curvos; que uno de estos tipos de espejos eran capaces de formar imágenes más grandes que el objeto.</p> <p>Debido a las diferencias entre ellos, estos se usan en distintos lugares, no obstante, como el caso que más manejamos en espejos curvos fue el de cóncavos, ellos daban cuenta de que todo espejo que usamos en la cotidianidad es cóncavo.</p> <p>Conclusión: hubo que aclarar la diferencia entre los espejos curvos y a caracterizarlos por separado, puesto que en su uso cotidiano esta diferencia se hace muy importante al momento de elegir el de mejor utilidad dependiendo del lugar y el trabajo a realizar con estos.</p>
Identificar los distintos tipos de imágenes creadas en los diferentes espejos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ En un espejo cóncavo podemos encontrar diferentes clases de imágenes, ¿Dónde podemos encontrar imágenes de menor tamaño?, ¿dónde son derechas? ➤ En un espejo convexo ¿qué tipo de imágenes podemos observar? 	<p>Los estudiantes podrán identificar y caracterizar las diferentes imágenes y lugares donde estas se forman, y así mismo, compararlas con el objeto.</p>	<p>A los estudiantes les fue más fácil identificar las imágenes reales que las virtuales, no obstante al hacer la respectiva caracterización geométrica de estas, por alguna razón no dibujaban el caso que se proponía por parte del tutor, por ejemplo, se les sugería dibujar la imagen cuando el objeto se sitúa en el infinito en un espejo cóncavo, y varios de ellos ubicaban el objeto sobre el centro o cerca al espejo.</p> <p>Conclusión: para esto se procedió a mostrarle que las imágenes virtuales están presentes principalmente en los espejos convexos, puesto que debido a la “simplicidad” de estos no son tratados a profundidad.</p>

<p>Comprender el fenómeno de la reflexión de la luz aplicado a los espejos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Los espejos planos son el ejemplo más común de los espejos, describa el fenómeno de reflexión en estos. ➤ El telescopio de reflexión de Newton consta de un sistema de espejos que forman imágenes de objetos muy distantes. Describa cómo funcionaría este telescopio y qué espejo o espejos se usarían en su fabricación. 	<p>Los estudiantes podrán dar cuenta del concepto de reflexión de forma conceptual y gráfica, sin usar tecnicismos.</p>	<p>Los estudiantes al dibujar cómo sería la reflexión logran dar una buena explicación, sin embargo, al plasmar esto en palabras se notaron serias dificultades de coherencia con esto.</p> <p>En la segunda pregunta se noto una gran confusión por parte de los estudiantes, puesto que muchos de ellos han visto a través de un telescopio esto fue un gran inconveniente para que pudieran dar cuenta del funcionamiento de este aparato.</p>
<p>Fortalecer los conceptos estudiados en el aula.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ¿Qué teoría sobre el comportamiento de la luz se asume o se usa en el estudio de la Óptica Geométrica? ➤ ¿Qué clase de espejos hay? y descríbalos. ➤ ¿Qué es una imagen Virtual?, y ¿cuál es la diferencia con una Real? ➤ ¿Por qué las líneas que usamos para la elaboración de las imágenes en los espejos las llamamos rayos notables? 	<p>Los estudiantes podrán reconocer de forma teórica los diferentes términos que están inmersos en la reflexión de la Luz.</p> <p>Los estudiantes se apropiaran de estos términos</p>	<p>Como ya se mencionó anteriormente a los estudiantes se le hizo mas más fácil reconocer y dar cuenta de qué es una imagen real, sin embargo, daban explicaciones aceptables sobre las imágenes virtuales, este hecho a través de la geometría de los distintos espejos y la representación de los rayos de Luz.</p> <p>La imagen sobre los modelos de comportamiento de la Luz fue fácilmente entendida por parte de los estudiantes ya que fue muy ilustrativa, haciendo la analogía con una pelota y un balde con agua. Y los videos mostrados en el software también ilustraban esto de forma simple.</p>
		<p>Conclusión: Se deberá eliminar esta segunda pregunta, puesto que la poca interacción con esta clase de instrumentos es necesaria para poder dar cuenta del funcionamiento de los mismos.</p> <p>Conclusión: los conceptos teóricos a cerca de los fenómenos ondulatorios son medianamente entendidos con los estudiantes, no obstante se ven las dificultades al articularlos con la cotidianidad.</p>	

Tabla 4.2 Evaluación realizada al software a nivel de navegabilidad y funcionalidad a través de la interacción *software-usuario*

Objetivos del Software	Escenario	Descripción	Navegación observada por el usuario
<p>Mostrar de forma interactiva la información necesaria con los términos necesarios en la reflexión de la Luz.</p>	<p>Ejes Temáticos.</p>	<p>Consta de una ventana donde se muestran algunos temas referentes a la reflexión de la Luz, algunos de ellos ilustrados por videos. La información es corta para evitar que el estudiante se aburra y/o canse de leer.</p>	<p>Durante la navegación por parte de los estudiantes en este escenario no evidenciaron dificultades.</p>
		<p>Conclusión: se cambiaron de lugar algunos objetos (botones, cuadros de texto) para que fuera más fácil verlos y así se optimizaran los tiempos y fuera más fácil la navegación, mientras que otros se suprimieron.</p>	
<p>Mostrar la reflexión de la Luz en los espejos cóncavos y convexos Mostrar la reflexión de la Luz en los espejos convexos</p>	<p>Simulador del espejo Cóncavo.</p>	<p>Consta de un simulador donde se evidencia la reflexión de la Luz en espejos esféricos más precisamente en lo que concierne a los espejos cóncavos.</p>	<p>Los estudiantes mostraron dificultades con el movimiento del objeto, puesto que por parte del tutor se daba por entendido que este movimiento era evidente.</p>
	<p>Simulador del espejo Convexo.</p>	<p>Consta de un simulador donde se evidencia la reflexión de la Luz en espejos esféricos más precisamente en lo que concierne a los espejos convexos.</p>	<p>Por otro lado el estudiante mostró dificultades con los marcos de referencia usados en los escenarios, puesto que estos van de positivos a negativo de izquierda a derecha, mientras que por lo general esto se ve de forma inversa debido al plano cartesiano, por lo que hubo que hacer la aclaración que no se para este caso no se usaba el plano cartesiano como marco de referencia sino que el espejo nos daba la referencia; todo lo que está frente a él (parte izquierda) será positivo y lo que esté detrás del mismo (parte derecha) será lo negativo.</p>
	<p>Conclusión: Al haber dificultades para mover el objeto pequeñas posiciones se agrego un método numérico de posicionamiento del objeto, con dos funciones, la primera para dar información de la posición del objeto y la segunda para poder darle una posición numérica. Los botones de los dos simuladores se cambiaron por</p>		

		problemas de lectura en la información de esos. Los rayos notables también fueron modificados mostrando prolongaciones donde era necesario y mostrando los reflejos de los rayos en estos casos.	
Evaluar al estudiante a través de preguntas encaminadas hacia las habilidades: propositiva, argumentativa e interpretativa	Preguntas de entrada y salida.	Consta de una serie de preguntas encaminadas a la evaluación del concepto a través de la reflexión en los espejos.	Algunos botones no eran muy llamativos, y la información suministrada en ellos (letras) no eran lo suficientemente claras y no se leían fácilmente para lo cual hubo que cambiar estos botones. Por otro lado la información suministrada era suficientemente clara. Puesto que no hubo que hacer aclaraciones hacia estas
		Conclusión: se cambiaron los botones de que mostraban las imágenes en algunas preguntas (derecha, invertida), puesto que no eran llamativos a la vista y difíciles de leer, así como, el de siguiente pregunta.	
Observaciones: Debido a problemas técnicos generales en la correcta ejecución del software se realizó un esquema técnico con especificaciones sobre el uso del software y los requerimientos mínimos para su correcto funcionamiento <i>Anexo 2</i> .			

Después de analizar los resultados obtenidos en el pilotaje, se realizaron los cambios no solo a la guía de articulación sino al software, siempre acompañados con la asesoría del profesor titular y el asesor del trabajo, los cambios a la guía fueron significativos, puesto que se suprimieron las preguntas que causaron problemas de entendimiento y comprensión por parte de los estudiantes, se agregó información sobre el uso del software, puesto que esto fue un inconveniente recurrente en varios escenarios, sobre todo en los simuladores.

Por otro lado al software se le cambiaron los botones que no eran fáciles de leer ya fuera por diseño o tipo de letra, procurando dejar un estándar en la presentación de estos, a los simuladores se les agregó mas visualización en la generación de imágenes, puesto que se dieron muchas cosas por sobreentendidas, y no ilustraba completamente el fenómeno, sino de la misma forma a como se presenta en los libros, lo que lo hacía muy plano en este sentido.

Finalmente se evaluó si los estudiantes comprendieron o no, obteniendo resultados satisfactorios, no obstante, como se mostró en la *tabla 4.1* hubo que hacer algunas aclaraciones de cosas que los estudiantes pasaron por alto, y las preguntas que no eran claras para ellos. Para realizar la implementación del software alimentado de la experiencia del pilotaje y con las dificultades evidenciadas ya solucionadas.

4.4 La implementación:

La implementación se dividió en tres etapas bien definidas: introducción, implementación del software, y conclusión. Cada una con una serie de actividades encaminadas no solo a mirar la eficiencia de dicho software sino también la aceptación de este por parte de los estudiantes y el impacto que tenga en ellos, así como la enseñanza del concepto de reflexión de la Luz y la comprensión de los términos utilizados en su estudio.

4.4.1 Primer Momento:

Introducción

Se abarcó de manera introductoria el tema sobre ondas, que tipos de ondas existen y su clasificación, del mismo modo las propiedades de la luz a través de una experiencia de laboratorio que consta de una guía (*Anexo 3*) en la cual los estudiantes deben de forma experimental hacer un esquema de la reflexión de la Luz en los espejos planos de modo que el estudiante tenga un primer acercamiento al fenómeno y lo construya en un primer momento haciendo que ellos midan ángulos y verifiquen las diferencias en magnitud entre estos. Esta actividad se realizó en una sesión de clase que tardó 110 minutos (*Tabla 4.3*).

Tabla 4.3. Actividades realizadas durante la aplicación de la guía de laboratorio.

Actividad	Objetivos	Materiales	Tiempos
Laboratorio de Reflexión de la Luz en espejos Planos.	Relacionar y diferenciar algunos fenómenos ondulatorios. Dar explicaciones simples sobre los fenómenos ondulatorios.	1 Espejo Plano. 1 Linterna de Luz Blanca. 1 Cartón con ranura. 1 Hoja blanca. 1 Transportador.	Durante los primeros 5 minutos de la clase se realizó la lectura de la guía para resolver las inquietudes de los estudiantes. Los siguientes 100 minutos de la clase fueron para que los estudiantes realizaran la actividad planteada en la guía. Por otro lado ellos pudieron corroborar y construir el concepto de reflexión en uno de sus enunciados que dice “ <i>el ángulo de incidencia y el de reflexión de la luz son iguales medidos desde la normal</i> ”.
Descripción: Los estudiantes realizaron las actividades propuestas en la guía sin presentar dificultades con			

respecto a las preguntas, puesto que están dispuestas para hacer que se construya de forma gráfica el concepto de reflexión para luego poder construir el concepto de forma verbal, así mismo, se puede observar si los estudiantes relacionan los demás fenómenos ondulatorios presentes en el laboratorio.

Los estudiantes lograron esquematizar y corroborar experimentalmente lo que teóricamente se explica, por lo que les resultó más fácil y productivo la verbalización de este en clases posteriores.

Clase magistral de aclaración de términos

Como segunda actividad se hizo una presentación formal del tema de reflexión de la luz en espejos. Para esta clase se prepararon una serie de videos que se encuentran en el software en la sección teórica, para poder ilustrar lo que se explicaba del tema de la reflexión de la luz, fueron un total de 4 videos que mostraban, la reflexión de la luz en espejos planos, y curvos con sus características y supuestos geométricos.

Tabla 4.4. Preparación de clase para después del laboratorio.

Objetivos de la sesión	Descripción del proceso	Desarrollo de la sesión
<ul style="list-style-type: none"> • Mostrar los diferentes tipos de espejos. • Ilustrar la reflexión de la Luz en los distintos espejos. • Introducir los términos necesarios para dar una explicación más completa de la reflexión de la Luz en los distintos tipos de espejos. 	<p>Se realizó una presentación de la siguiente forma:</p> <p>Reflexión de la Luz:</p> <p>Definición.</p> <p>Características.</p> <p>Tipos de Reflexión:</p> <p>Especular.</p> <p>Difusa.</p> <p>Espejos Esféricos:</p> <p>Cóncavos.</p> <p>Convexos.</p> <p>Imagen.</p> <p>Objeto.</p> <p>Rayos Notables.</p> <p>Casos.</p>	<p>Se realizó la presentación con medios audiovisuales, para hacer más ameno el tema, obteniendo resultados satisfactorios, puesto que los estudiantes se mostraron activos durante la sesión realizando preguntas sobre el tema y adelantándose a lo expuesto con sus preguntas.</p> <p>Los estudiantes se mostraron receptivos hacia el tema debido en gran medida a la presentación de los videos, puesto que no son como los videos que se les presentan normalmente, puesto que por lo general los videos que se presentan para este tema son poco llamativos para estudiantes de estas edades, mientras que los preparados tenían mucho colorido e imágenes llamativas.</p>

Gracias a la práctica de laboratorio realizada en la sesión los estudiantes no mostraron muchas dificultades en la definición del concepto de reflexión, y gracias a esto cuando continuamos con los distintos tipos de espejos ellos formularon preguntas sobre cómo sería entonces la reflexión en estos y que cómo era posible que se cumpliera el fenómeno de la reflexión si ellos veían algo diferente en los espejos curvos a los planos.

4.4.2 Segundo Momento: Implementación Del Software

Este momento fue para la implementación del software, por medio de las actividades propuestas en la guía (*anexo 1*) que se presentó en la prueba piloto, con esta se pretendió que con base en las preguntas que allí se encuentran los estudiantes a través de la navegación y la interacción con el programa pudieran afianzar sus conocimientos y apoyar su proceso de aprendizaje en la reflexión de la Luz.

El software está articulado de tal forma que todos los contenidos allí se presentes giren en torno a las necesidades del estudiante en la construcción del concepto de la reflexión de la Luz (*gráfica 4.1.*) y así aprovechar al máximo las características de este, puesto que contiene las herramientas necesarias para el aprendizaje por parte del estudiante, y del mismo modo se encuentra la guía que propone una serie de preguntas para un acople entre el estudiante y el software.

Para la implementación del software se requirió de la sala de computación del colegio, con suerte este posee salones lo suficientemente amplios para que todos los estudiantes puedan trabajar en un computador de forma individual, con lo que la experiencia se hizo de forma más interesante, puesto que se pudo evaluar lo que cada uno de los estudiantes construían del concepto y como era su interacción con el software, para así evidenciar sus procesos de aprendizaje.



Gráfica 4.1: Esquema de estructuración del software.

La sesión de clase se planteó de la siguiente forma.

Tabla 4.5. Preparación de clase para la implementación del software.

Objetivos	Actividades	Tiempos
<p>Realizar una sesión de clase usando herramientas virtuales como procesos de apoyo en los procesos de aprendizaje.</p>	<p>Presentación de la guía con las actividades a realizar durante la navegación por el software.</p> <p>Desarrollo de las actividades de la guía por parte de los estudiantes.</p> <p>Retroalimentación de las actividades</p>	<p>Se realizó una lectura de los contenidos en la guía así como las preguntas para que manifestaran las inquietudes que tuvieran al respecto. Esto tardó 10 minutos de clase.</p> <p>Los estudiantes navegaron por el software, respondiendo las preguntas con base en la información y los contenidos presentados. Esto tardó 80 minutos de clase.</p> <p>Después de finalizada la actividad se les pidió a los estudiantes que realizaran la parte de autoevaluación propuesta en la guía⁴.</p>

La guía preparada para esta implementación consta de 8 preguntas las cuales abarcan la componente teórica, experimental, y técnica del concepto de reflexión, con lo que se busca formar una comprensión del concepto de reflexión de la Luz más completo puesto que con una clase tradicional solo se muestra uno de estos componentes por clase y por eso en muchos casos solo se aprende la parte teórica formal del concepto desarticulado de la parte técnica y experimental.

4.4.3. Tercer Momento: Conclusión

Se hizo una retroalimentación sobre el software y las preguntas resueltas por parte de los estudiantes, así como aclaración de las dificultades mostradas o evidenciadas después de revisar la resolución de las actividades de los estudiantes, pues debido a las conclusiones evidenciadas en la *Tabla 4.5* hubo varios puntos importantes en los cuales había que ahondar con ellos y mostrarles su importancia tanto en el estudio del concepto como en su aplicación y uso cotidiano.

⁴ ¿Qué utilidad se puede encontrar en los espejos curvos?
 ¿Qué ventajas encuentras con el uso del computador en el aprendizaje de la Física?
 ¿Utilizaste la información suministrada en el programa para dar respuesta a los interrogantes?

Tabla 4.6. Sesión de clase para después de la implementación del software.

Objetivos de la sesión	Descripción del proceso	Desarrollo de la sesión
<ul style="list-style-type: none"> • Aclarar inquietudes que los estudiantes pudieran haber suscitado durante la implementación del software. • Escuchar los comentarios que los estudiantes tengan con respecto al software. 	<p>Se planteo una breve aclaración, especialmente en la parte teórica, puesto que como se mostros en la pregunta 2 de la <i>tabla 5.1</i>. Los estudiantes solo dieron cuenta en su gran mayoría de dos espejos cóncavos y convexos.</p> <p>Luego se realizaron una serie de preguntas de control que eran similares a las depositadas a la guía para determinar si hubo o no un aprendizaje significativo, claro está que esas fueron de forma verbal.</p> <p>En la guía del software (<i>Anexo 1</i>) se mostraba como últimos puntos una autoevaluación del estudiante sobre sus procesos durante la sesión, se discutieron estos puntos con ellos (<i>tabla 5.2</i>).</p>	<p>Se hizo una presentación de las aplicaciones de los espejos planos y cómo es la reflexión y la formación de las imágenes en estos, luego se les mostro sus respuestas y se observaron a la luz de lo que en conjunto se evidenciaba a través de discusiones y aclarando por parte de ellos mismos sus puntos de vista como solo eran cuatro las preguntas se contó con el tiempo suficiente para esto.</p> <p>Por otro lado se les pidió hacer la autoevaluación y depositarla en la guía o por separado, donde se pudo inferir que su proceso de aprendizaje fue satisfactorio, y que están de acuerdo con el uso de las tecnologías en el aula y su responsable uso no solo por parte del docente sino de ellos también.</p>

No hubo dificultades mostradas por parte de los estudiantes durante esto debido a la depuración que se le hizo las actividades propuestas en la guía de articulación entre el software y el estudiante, del mismo modo como los estudiantes estaban receptivos durante toda la implementación fue algo productivo en sus procesos de aprendizaje.

5. Análisis de Resultados

Las actividades propuestas durante los tiempos de la implementación estaban encaminadas a que los estudiantes fueran construyendo y entendiendo el concepto de reflexión en los espejos de forma experimental y observacional para luego describirlo verbalmente, y, así mismo identificar su uso en los instrumentos y lugares con los que cotidianamente interactuamos, y finalmente determinar que espejos son los más apropiados para algunas aplicaciones.

En la práctica de laboratorio (*Tabla 4.3*) donde las preguntas eran de observación, los estudiantes mostraron que a la luz del grafico que debían realizar y las respuestas que daban, muchas veces no existía una relación, puesto que lo que ellos procuraban era que las respuestas “cuadraran” a lo que la teoría decía, cuando esto se identificaba durante la experiencia, se realizaba un discusión con ellos y lo que se pretendía era mostrar la importancia de estar pendientes al momento de hacer mediciones y tener en cuenta los instrumentos de medida así como los materiales utilizados con lo que se logro que ellos

volvieron a hacer las mediciones consientes que los materiales influían en estas y así obtuvieron resultados satisfactorios en la gran mayoría de informes presentados.

Con lo cual al finalizar la clase se hizo esta aclaración sobre los materiales puesto que este problema fue recurrente en la mayoría de los grupos, y en muchos casos aun cuando dentro de la guía había preguntas referentes a los materiales utilizados y su importancia en las mediciones precisamente para que los estudiantes identificaran por si mismos estos problemas y así pudieran hacer las correcciones a las dificultades o errores durante la experiencia.

Para el software se preparó una guía similar que buscaba dar cuenta de los procesos de aprendizaje de los estudiantes antes, durante y después de la implementación de este, los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5.1. Evaluación a los estudiantes a través del software.

Pregunta	Objetivo	Resultados Esperados	Resultados Obtenidos
¿Qué cualidades caracterizan a un espejo?, Describalas.	Reconocer y diferenciar los espejos de otros instrumentos ópticos.	<ul style="list-style-type: none"> • Los espejos son brillantes. • Son capaces de reflejar lo que está frente a ellos. • Pueden formar imágenes nítidas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Literal: “Un espejo es una superficie capaz de reflejar la luz y suficientemente clara para formar una imagen”. • Son lisos y reflejan imágenes. • Algunos estudiantes describían los espejos curvos y la reflexión en ellos.
		<p>Conclusiones: mientras que el 94% de los estudiantes logran en alguna medida dar razón de las características de los espejos solo el 6% de ellos no articulan frases coherentes al plasmar sus ideas en la hoja.</p>	
¿Qué clase de espejos hay?, describalos.	Reconocer y diferenciar los distintos espejos.	<ul style="list-style-type: none"> • Cóncavos que tienen una curvatura interna o hacia adentro. • Convexos que tienen una curvatura externa o hacia afuera. • Planos que no poseen curvaturas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Existen espejos cóncavos y convexos. • Cóncavos y convexos que tienen una ondulación. • Solo hay planos y curvos y los curvos se dividen en cóncavos y convexos.
		<p>Conclusiones: El 94% de los estudiantes logran identificar los distintos espejos, y solo el 6% nuevamente</p>	

		no da una respuesta concreta a esta pregunta, sin embargo dentro del 94% solo el 8% a parte de enunciar los distintos espejo también los describieron el otro 86% los enuncio simplemente y de este un 32% solo conoce los espejos curvos, esto muy posiblemente a que los espejos planos se usan para explicar el fenómeno de la reflexión y luego se centra en los espejos esféricos.	
¿Qué es una imagen virtual? Y, ¿Cuál es la diferencia con una real?	Diferenciar los dos tipos de imágenes que se pueden observar en los espejos.	<ul style="list-style-type: none"> Las imágenes virtuales son aquellas que se forman detrás del espejo, mientras que las reales son las que se generan delante de esos. 	<ul style="list-style-type: none"> Una imagen virtual es la que no existe mientras que la real si existe. La imagen virtual es el reflejo de la imagen original. La imagen virtual es el reflejo del objeto y siempre está detrás del espejo, en cambio la imagen real siempre estará delante del espejo.
		<p>Conclusiones: El 50% de los estudiantes lograron dar una explicación y diferenciación de la imágenes virtuales y reales, mientras que el 27% no lograron diferenciarlas ni dar una explicación entendible sobre estas, y finalmente el 23% copió lo que en algún lugar decía, sin embargo no lograron sintetizarlo en una oración coherente y sencilla de entender.</p>	
Realización de un esquema ilustrativo para la reflexión de la Luz. Los espejos planos son el ejemplo más común de los espejos, describa cómo se da el fenómeno de reflexión en estos.	Describir el concepto de la reflexión de la luz tanto gráfica como analíticamente.	<ul style="list-style-type: none"> Los estudiantes harán un esquema correcto sobre la reflexión de la Luz. El ángulo de incidencia y el de reflexión de la luz son iguales medidos desde la normal. Cuando la luz llega a un espejo esta se devuelve de la misma forma a como llego. 	<ul style="list-style-type: none"> Refleja el rayo de Luz paralelos pudiendo producir así una imagen virtual, la imagen resulta invertida. Choca contra el espejo plano y su reflexión es igual a como cuando chocó en el espejo. Algunos estudiantes no realizaron el esquema, aun cuando existía un espacio para la realización del mismo.
		<p>Conclusiones: Como la pregunta estaba dividida en dos parte una esquemática y otra verbal solo el 35% de los estudiantes respondieron de correctamente la pregunta, un 17% no hizo un esquema entendible o ilustrativo del concepto y tampoco verbal del mismo, otro 38% solo hizo un esquema lo suficientemente ilustrativo pero no</p>	

		así al describirlo puesto que la explicación no era clara, y finalmente un 10% solo dio una descripción del fenómeno sin embargo no hicieron un esquema de este.	
Con base en la simulación en un espejo convexo ¿Qué tipos de imágenes podemos observar?	Dar explicaciones generales sobre el tipo de imágenes presentes en los espejos convexos.	<ul style="list-style-type: none"> • Imágenes virtuales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se pueden observar imágenes virtuales detrás del espejo. • La imagen se ve derecha y más pequeña al otro lado del espejo. • Las imágenes se ven más pequeñas.
		<p>Conclusiones: El 45% de los estudiantes respondió correctamente a esta pregunta, aun cuando dentro de sus respuestas también daban algunas características de la imagen como el tamaño y la verticalidad de esta, sin embargo otro 40% de ellos solo caracterizo el tamaño de la imagen creada en este tipo de espejos no el tipo de imagen, aun cuando en la pregunta 3 se caracteriza este tipo de imágenes, y un 15% describió lo que observara en el software sin hacer alguna caracterización de la imagen.</p>	
En un espejo cóncavo podemos encontrar diferentes clases de imágenes, ¿Dónde podemos encontrar imágenes de menor tamaño?, ¿Dónde son derechas?	Dar explicaciones generales sobre el tipo de imágenes presentes en los espejos cóncavos.	<ul style="list-style-type: none"> • Las imágenes de menor tamaño se pueden encontrar cuando el objeto está situado en el infinito y estas están entre el centro de curvatura y el foco. • Se pueden encontrar imágenes derechas cuando el objeto se encuentra entre el foco y el espejo, y las imágenes se encontraran detrás del espejo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando esta cerca del radio se refleja de menor tamaño y al revés cuando está más cerca del foco se refleja de mayor tamaño y derecha. • De mayor tamaño cuando ubicamos el objeto antes del centro que si queremos la imagen derecha tenemos que ubicar el objeto después del foco. • En la parte izquierda se ubica el objeto, y cuando se refleja queda la imagen pequeña.
		<p>Conclusiones: El 70% de los estudiantes lograron reconocer los lugares donde se generan las diferentes imágenes en los espejos cóncavos, no obstante de ellos el 20% no caracterizaron esos lugares como centro, foco, antes de, después de, entre, sino como se evidencia en la última respuesta dada por los estudiantes ellos hacían las caracterizaciones por cómo se muestra en pantalla el fenómeno. Otro 16% solo caracterizo el lugar donde se genera la imagen, no donde se debería ubicar el objeto y</p>	

		otro 14% no describió una respuesta válida para este tipo de espejos, puesto que describieron las imágenes formadas no los lugares.	
¿Qué tipo de espejos utilizamos en los automóviles, los supermercados y en nuestras casas?, ¿por qué?	Reconocer y diferenciar los diferentes espejos y sus aplicaciones en la vida cotidiana.	<ul style="list-style-type: none"> • En los autos espejos convexos. • En los supermercados espejos convexos porque se puede ver un radio más amplio que con los espejos planos, a parte las imágenes siempre serán derechas. • En nuestras casas espejos planos porque en algunos casos se necesita poder observar las nuestras imágenes o reflejos sin mutaciones para mirar nuestros atuendos, y convexos porque necesitamos poder observar en algunas ocasiones nuestros rostros con más detalle. 	<ul style="list-style-type: none"> • En los carros planos, en los supermercados convexos, y en la casa planos. • Convexo, ya que vemos la imagen virtual, y tienen curvatura hacia afuera, y se puede ampliar el rango de visión. • Los normales para poder ver la misma altura y distancia sin confundirnos. • En los automóviles se utilizan espejos convexos, en las casas espejos planos y en los supermercados los cóncavos.
		<p>Conclusiones: el 90% de los estudiantes identificaron y describieron los distintos espejos utilizados en algunos lugares cotidianos, mientras que el otro 10% al no poder interactuar con esos en el momento de responder la pregunta no los describieron.</p>	

Después de analizar los resultados obtenidos con la implementación del software y la resolución de las preguntas por parte de los estudiantes, se pueden evidenciar procesos de aprendizaje significativos en ellos, ya que en general el porcentaje de estudiantes que respondieron correctamente a las preguntas fue en casi todos los casos muy superior al 75% de que equivaldría a más 30 estudiantes dando buenas explicaciones a las preguntas.

Analizando las cuatro primeras preguntas que hacen referencia a la componente teórica del fenómeno se observa un manejo más que aceptable de este, sin embargo existe algo explícito en las respuestas de algunos estudiantes y es que en muchas ocasiones ellos tienden a transcribir la información sin digerirla y en otros casos ni siquiera leer y buscar coherencia con lo que están escribiendo, puesto que lo único que hacen es responder la pregunta buscando muchas veces el título; claro está que esto se vio en muy pocos estudiantes puesto que la mayoría hizo descripciones simples y concretas de lo que se les pregunta lo que me dice que los estudiantes comprendieron el concepto si no en su totalidad en gran medida.

Las tres últimas preguntas hacen referencia a la identificación y generalización de la reflexión en los espejos curvos y las respuestas u observaciones introducidas en las guías respecto a estas logran dar cuenta que los estudiantes identifican las “partes” de los espejos y los

caracterizan dependiendo de su forma y que hay casos que no dependen del radio de curvatura o la altura del objeto entre otros, sino que independiente de estas características se podrá observar siempre del mismo modo, aun cuando hay que hacer la aclaración que el radio curvatura del espejo es importante al momento de definir su uso y funcionalidad.

Tabla 5.2 autoevaluación de los estudiantes en la implementación.

Pregunta	Respuestas	Resultados
¿Qué utilidad se puede encontrar en los espejos curvos?	Sirven para tener una imagen más amplia y más pequeña. Dan mayor visibilidad. Sirven para ver los objetos con mayor amplitud.	Los estudiantes lograron identificar que en su vida cotidiana usan instrumentos ópticos como los espejos en lugares donde se necesita tener un rango de visión más amplio.
¿Qué ventajas encuentras con el uso del computador en el aprendizaje de la Física?	Podemos utilizar la tecnología para un mejor aprendizaje. Es una manera en la que nosotros podemos tener un aprendizaje diferente. La clase se vuelve más lúdica.	Métodos de enseñanza novedosos resultan agradables y motivadores para los estudiantes en sus procesos de aprendizaje.
¿Utilizaste la información suministrada en el programa para dar respuesta a los interrogantes?	La información la utilice ya que algunas preguntas se resolvieron por medio de estas. Si pero en todas la preguntas. Si, ya que no sabía muy bien las respuestas.	Los estudiantes utilizaron la el software para resolver las preguntas que se les propusieron y así mismo, al navegar por el software se entretuvieron con los gráficos y los simuladores que están hechos a la medida.

La tercera sesión fue de retroalimentación con lo que los estudiantes se mostraron satisfechos con los contenidos y la forma de presentarlos durante las sesiones de clase, del mismo modo se pudieron evidenciar procesos de aprendizaje significativos aun cuando hubo que hacer algunas aclaraciones sobre todo en la concepción que en algunos casos se quedaba corta por parte de los estudiantes como se puede evidenciar en la segunda pregunta de la *tabla 5.1*. Claro que estos son problemas normales de los estudiantes en estos niveles de educación.

6. Conclusiones

Los conceptos presentados en el software fueron lo suficientemente explícitos y correctamente abordados desde los diferentes escenarios, con lo que se logró que el estudiante pudiera formar una contextualización entre lo teórico y lo práctico del concepto, esto lo podemos evidenciar en los datos plasmados en la *tabla 5.1*, puesto que la gran mayoría de ellos dieron explicaciones claras sobre el fenómeno.

Los estudiantes se muestran receptivos ante nuevas propuestas educativas que los docentes lleven al aula, aun cuando estas dependen en gran medida de los tiempos que los docentes tienen para preparar las actividades y así aprovechar el potencial de las herramientas; como ellos mismos lo manifestaron en la autoevaluación que hicieron sobre su proceso durante esta implementación, del mismo modo es deber de los docentes diseñar propuestas innovadoras que faciliten este aprendizaje por parte de los estudiantes.

Las herramientas computarizadas son fuertes aliadas en los procesos de aprendizaje y se les deben abrir los espacios en el aula de clase, no obstante estas solas no son muy eficaces depende de los docentes, el articularlos dependiendo de los contextos y los temas que se pretenden enseñar, sin embargo, no debemos olvidar que las herramientas físicas en algunas oportunidades logran resultados similares que las virtuales, claro está que a través de las tecnológicas se pueden visualizar más fácilmente algunos fenómenos, sin olvidar que estas deben ser el puente que sirva de interlocutor entre lo que el profesor desea enseñar y lo que el estudiante debe aprender.

La estrategia de aula que se desarrolló durante la implementación del software consistió en un papel activo por parte del estudiante en su proceso de aprendizaje durante las sesiones de clase, mientras que el papel del docente fue de guía y apoyo en estos procesos, y el software se convirtió en el facilitador de la información, con esto lo que se logra es que el estudiante genere interés hacia el uso de estas herramientas y así mismo pueda llegar a una comprensión más significativa del concepto.

El software diseñado y desarrollado en el presente trabajo difiere de los que comúnmente se observa en internet, ya que los que allí se encuentran son muy planos en su navegabilidad, puesto que no permiten una interacción muy profunda por parte del usuario, mientras que este software contiene muchas herramientas que el usuario puede manipular; por otro lado estos software de internet no están dirigidos a una población en específico con lo que en muchos casos pueden ser aburridores y simples dependiendo del usuario, este sin embargo está dirigido a un grupo específico con lo que los gráficos y las presentaciones se pensaron para las edades y sus necesidades académicas.

7. Recomendaciones

Al implementar un software educativo es importante tener en cuenta en primer lugar la cantidad de computadores por estudiante, puesto que en este tipo de actividades es conveniente que haya grupos de no más de dos personas, del mismo modo se deben tener en cuenta las actividades que se pretenden realizar, puesto que si son pocas los estudiantes se dispersaran muy rápidamente mientras que si son demasiadas, los tiempos propuestos no serán suficientes.

Al diseñar y desarrollar un software de tipo educativo se debe partir desde lo que se desea enseñar, sin embargo durante este proceso las temáticas que se abordan siempre deben ser evaluadas y reestructuradas las veces que sea necesario, en algunos casos limitando o expandiendo los ejes temáticos según sea conveniente, también es importante tener en cuenta los tiempos de desarrollo y ejecución, puesto que estos son lo que limitan en gran medida lo los contenidos.

8. Bibliografía

- Pozo J. I. & Gómez M. A., (1998) Aprender y enseñar la ciencia: Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico, España, Morata.
- Moreno A. J. Estudio teórico sobre el aprendizaje de conceptos y procedimientos inferenciales en el nivel de secundaria, s. n.
- Candela A., (2006), Del conocimiento extraescolar al conocimiento científico escolar: un estudio etnográfico en aulas de primaria, Revista Mexicana de Investigación Educativa, Vol11, 30, Julio-Septiembre, 797-820,(Versión Electrónica)
- Galvis P. Álvaro, (1997), Micromundos lúdicos interactivos: Aspectos críticos en su diseño y desarrollo, Informática educativa, Vol. 10, 2, 1997, 191-204, (Versión electrónica)
- Alicia Páez Duran, La óptica geométrica con una aproximación al desarrollo histórico para noveno grado, 1991, Proyecto de Grado UPN, Dir. Augusto Rodríguez Molano.
- Elver Arnulfo Marín Ovalle, Origen y evolución de los conceptos fundamentales de la Óptica, junio de 1990, Trabajo de Grado UPN, Dir. Julian Urrea.
- Cadena Latino y Janeth Milena, Movimiento de los planetas a través de un software educativo, 2006, Proyecto de Grado UPN, Dir. Eduardo Garzón Lombana.
- Douglas C. Giancoli, (2007), FÍSICA, Principios con aplicaciones, Sexta Edición, Pearson educación.
- Cornejo R. Alejandro & Urcid C. Alejandro, (2005), ÓPTICA GEOMÉTRICA Resumen de Conceptos y Fórmulas, Parte 1, Segunda Edición, Tonantzintla, Puebla 72000, INAOE 2006.
- Paul A. Tipler, (2006), Física, Sexta Edición, Editorial Reverté S.A., Barcelona.
- Óptica Geométrica, Universidad de la Coruña, España. <http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/OptGeometrica.htm>