



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**LA FORMACION DE IMÁGENES A TRAVÉS DE
LENTES Y ESPEJOS DESDE LA METODOLOGÍA
DEL APRENDIZAJE ACTIVO. ESTUDIO DE CASO:
COLEGIO LA SALLE BELLO**

Iván Leonardo Cely Rueda

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Medellín, Colombia

2013

LA FORMACION DE IMÁGENES A TRAVÉS DE LENTES Y ESPEJOS DESDE LA METODOLOGÍA DEL APRENDIZAJE ACTIVO. ESTUDIO DE CASO: COLEGIO LA SALLE BELLO

Iván Leonardo Cely Rueda

Informe de práctica docente como modalidad de Trabajo Final como requisito parcial para
optar al Grado de:

Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director:

Físico Jairo Orlando López Pareja

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Medellín, Colombia

2013

Dedicatoria

*A mis hijos y mi esposa...elementos
fundantes de mi vida.*

Resumen

Las nuevas generaciones de colombianos y colombianas exigen que la escuela tenga un abordaje del conocimiento que los lleve a modificar sus estructuras cognitivas hacia la investigación y la formulación de nuevas ideas y conceptos. El aprendizaje activo es una de las respuestas a este desafío, particularmente en la enseñanza de la ÓPTICA GEOMÉTRICA en los cursos de la educación media. En este trabajo se expone la intervención de aula realizada en el grado décimo del colegio Salle Bello, donde se puso en práctica la propuesta que hace la UNESCO en 2006 sobre Aprendizaje Activo de Óptica y Fotónica. Con materiales de bajo costo y de muy fácil consecución, se realizan actividades experimentales que requieren cumplir el ciclo de predicción, observación, discusión y síntesis (PODS) para al final conseguir un aprendizaje efectivo de los conceptos básicos de reflexión y refracción de la luz a través de diferentes tipos de lentes. Finalmente se hacen una serie de recomendaciones y observaciones encaminadas al mejoramiento de las prácticas experimentales en las aulas de clase.

Palabras clave: Óptica geométrica, aprendizaje activo, enseñanza de la física, actividad experimental, investigación.

Abstract

New generations of Colombians demand that the school has an approach of knowledge that leads them to modify their cognitive structures to research and development of new ideas and concepts. Active learning is one response to this challenge, particularly in the teaching of geometrical optics courses in secondary education. This paper describes the intervention in the classroom on the school grade ten Salle Bello, which implemented the proposal made by UNESCO in 2006 on Active Learning in Optics and Photonics. With inexpensive materials and easy to achieve, there are activities that require compliance experimental cycle prediction, observation, discussion and synthesis (PODS) to finally get effective learning of the basic concepts of reflection and refraction of light through different types of lenses. Finally, it is made a series of recommendations and observations aimed at improving the experimental practices in the classroom.

Keywords: Geometrical optics, active learning, teaching physics, experimental, research.

Contenido

	Pág.
Resumen	VII
Lista de figuras.....	11
Lista de tablas	12
Introducción	13
1. LA ÓPTICA EN LA ESCUELA	16
1.1 La óptica en el currículo.....	17
1.2 La óptica en la ley educativa colombiana.....	18
1.3 La óptica en el colegio Salle Bello	21
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	22
2.1 Aprendizaje activo	22
2.2 Óptica geométrica.....	25
2.3 Instrumentos ópticos.....	37
3. PROPUESTA DE ENSEÑANZA	43
3.1 Objetivo general.....	43
3.2 Objetivos específicos.....	43
3.3 Aprendizaje Activo de Óptica y Fotónica (ACTIVE LEARNING IN OPTICS AND PHOTONICS, ALOP).....	43
3.4 Caracterización de los estudiantes participantes	46
3.5 Test y resultados de indagación previa (Test conceptual de óptica geométrica TCOG) de los estudiantes participantes	48
3.6 Intervención de aula con el ciclo ALOP.....	51
3.6.1 Primeras actividades con el ciclo ALOP	51
3.6.2 Segunda actividad con el ciclo ALOP	59
4. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	65
4.1 Conclusiones	65
4.2 Recomendaciones	67
A. Anexo: Actividad inicial PREDICCIÓN - DISCUSIÓN	69
B. Anexo: Primer instrumento de experimentación y síntesis	75

C. Anexo: Segunda actividad PREDICCIÓN – DISCUSIÓN Reflexión – Refracción de la luz.....	79
Bibliografía	83

Lista de figuras

	Pág.
ILUSTRACIÓN 1	MODELOS DE VISIÓN DE DEMÓCRITO Y DE PLATÓN26
ILUSTRACIÓN 2	MODELO DE VISIÓN DE ALHAZEN.....26
ILUSTRACIÓN 3	ESQUEMAS DE VISIÓN DE ALHAZEN27
ILUSTRACIÓN 4	MODELO DE VISIÓN DE KEPLER28
ILUSTRACIÓN 5	A. REFLEXIÓN ESPECULAR O REGULAR Y B. REFLEXIÓN DIFUSA O IRREGULAR.....30
ILUSTRACIÓN 6	REFRACCIÓN DE LA LUZ31
ILUSTRACIÓN 7	REFLEXIÓN INTERNA TOTAL32
ILUSTRACIÓN 8	FIBRA ÓPTICA.....33
ILUSTRACIÓN 9	IMAGEN EN LENTES CONVERGENTES35
ILUSTRACIÓN 10	CORRECCIÓN DE LA HIPERMETROPÍA36
ILUSTRACIÓN 11	IMAGEN EN LENTES DIVERGENTES.....36
ILUSTRACIÓN 12	CORRECCIÓN DE LA MIOPIA37
ILUSTRACIÓN 13	MICROSCOPIO SIMPLE.....38
ILUSTRACIÓN 14	PROYECTOR DE IMÁGENES.....39
ILUSTRACIÓN 15	MICROSCOPIO COMPUESTO39
ILUSTRACIÓN 16	ANTEOJO DE KEPLER.....40
ILUSTRACIÓN 17	BINOCULARES PRISMÁTICOS.....41
ILUSTRACIÓN 18	ANTEOJO DE GALILEO41
ILUSTRACIÓN 19	FOTO 1 INDAGACIÓN PREVIA.....48
ILUSTRACIÓN 20	ILUSTRACIÓN DE LA ESTUDIANTE VALENTINA FLÓREZ49
ILUSTRACIÓN 21	MODELO DE PROPAGACIÓN DE LA LUZ ESTUDIANTE VALENTINA FLÓREZ50
ILUSTRACIÓN 22	FOTO 2 ACTIVIDAD EXPERIMENTAL CON LENTES52
ILUSTRACIÓN 23	FOTO 3 ACTIVIDAD EXPERIMENTAL CON ESPEJOS PLANOS53
ILUSTRACIÓN 24	FOTO 4 ACTIVIDAD EXPERIMENTAL CON ESPEJOS CÓNCAVOS Y CONVEXOS54
ILUSTRACIÓN 25	FOTO 5 ACTIVIDAD EXPERIMENTAL CON LENTES POSITIVAS55
ILUSTRACIÓN 26	FOTO 6 ACTIVIDAD EXPERIMENTAL CON LENTES NEGATIVAS58
ILUSTRACIÓN 27	FOTO 7 ACTIVIDAD EXPERIMENTAL REFRACCIÓN DE LA LUZ62
ILUSTRACIÓN 28	FOTO 8 ACTIVIDAD EXPERIMENTAL REFRACCIÓN DE LA LUZ63
ILUSTRACIÓN 29	FOTO 7 ACTIVIDAD EXPERIMENTAL REFRACCIÓN Y REFLEXIÓN DE LA LUZ.....64

Lista de tablas

TABLA 1	ESTÁNDARES BÁSICOS EN CIENCIAS NATURALES	19
TABLA 2	COMPETENCIAS EN CIENCIAS NATURALES	20
TABLA 3	PLAN DE ÁREA: FÍSICA. SALLE BELLO.....	21
TABLA 4	APRENDIZAJE PASIVO VS APRENDIZAJE ACTIVO.....	24
TABLA 5	ESPEJOS.....	34
TABLA 6	LENSES	35
TABLA 7	CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTUDIANTE	47
TABLA 8	RESULTADOS DE INDAGACIÓN PREVIA (TEST CONCEPTUAL DE ÓPTICA GEOMÉTRICA TCOG)	51
TABLA 9	RESPUESTAS A LA ACTIVIDAD N°1 ESPEJOS PLANOS	53
TABLA 10	RESPUESTAS A LA ACTIVIDAD N°2 ESPEJOS CÓNCAVOS Y CONVEXOS	55
TABLA 11	RESPUESTAS A LA ACTIVIDAD N°3 LENTE POSITIVA (CUALITATIVA).....	56
TABLA 12	RESPUESTAS A LA ACTIVIDAD N°3 LENTE POSITIVA (CUANTITATIVA)	57
TABLA 13	RESPUESTAS A LA ACTIVIDAD N°4 LENTE NEGATIVA.....	59
TABLA 14	RESPUESTAS A LA SEGUNDA ACTIVIDAD PREDICCIÓN-DISCUSIÓN. PRIMERA SITUACIÓN	60
TABLA 15	RESPUESTAS A LA SEGUNDA ACTIVIDAD PREDICCIÓN-DISCUSIÓN. SEGUNDA SITUACIÓN	60
TABLA 16	RESPUESTAS A LA SEGUNDA ACTIVIDAD PREDICCIÓN-DISCUSIÓN. TERCERA SITUACIÓN	61
TABLA 17	RESPUESTAS A LA SEGUNDA ACTIVIDAD PREDICCIÓN-DISCUSIÓN. CUARTA SITUACIÓN	61
TABLA 18	RESPUESTAS AL SEGUNDO INSTRUMENTO DE EXPERIMENTACIÓN Y SÍNTESIS (CUALITATIVO)	63
TABLA 19	RESPUESTAS AL SEGUNDO INSTRUMENTO DE EXPERIMENTACIÓN Y SÍNTESIS (CUANTITATIVO)	64

Introducción

El desarrollo de un pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes de nuestro país hace parte de los fines de la educación colombiana: “el desarrollo de la capacidad crítica, reflexiva y analítica que fortalezca el avance científico y tecnológico nacional, orientado con prioridad al mejoramiento cultural y de la calidad de la vida de la población” (Ley General de Educación, 1994) y la educación en ciencias, específicamente en Física, hace parte fundamental de este deber del estamento social llamada genéricamente: escuela.

Los maestros de Física obtenemos una responsabilidad importantísima con respecto a esta formación del pensamiento convirtiéndonos en unos verdaderos alfabetizadores científicos en la medida que este pensamiento se vuelve “clave para desempeñarse con éxito en un mundo fuertemente impregnado por la ciencia y la tecnología”. (MEN, 1998) Con la vista puesta en dicha responsabilidad y aderezado con la fascinación que produce la ciencia como tal, se propone una intervención de aula que esté ajustada a las contemporáneas investigaciones sobre enseñanza de la física, particularmente las que tienen al estudiante como eje central de las actividades en el proceso de su aprendizaje y formación científica. A estas “nuevas maneras” se les conoce en general como: APRENDIZAJE ACTIVO: “aprendizaje basado en el alumno, es decir, es un aprendizaje que sólo puede adquirirse a través de la implicación, motivación, atención y trabajo constante del alumno: el estudiante no constituye un agente pasivo, puesto que no se limita a escuchar en clase, tomar notas” (l'Educató, 2008)

La intervención planteada se realiza en el campo físico de la ÓPTICA GEOMÉTRICA, particularmente en la generación de imágenes (en espejos y lentes). Es en este

importante campo de la física donde se desarrolla la presente propuesta en la medida que la historicidad (desde los griegos del siglo IV a.C) muestra el interés del hombre por entender la formación de imágenes, particularmente en el ojo humano; y la contemporaneidad determina la importancia de la misma en los avances tecnológicos e industriales del hombre. Se aborda entonces la enseñanza de la ÓPTICA desde una perspectiva ACTIVA, particularmente desde la propuesta del Active Learning in Optics and Photonics (ALOP) impulsada por la UNESCO: “propone que los profesores universitarios y de la escuela secundaria estén mejor preparados para la enseñanza de la óptica en los cursos básicos de física. El proyecto está centrado en un área de la física experimental que es relevante y adaptable a las condiciones de investigación y docencia de muchos países en desarrollo” (UNESCO, 2006)

La propuesta se lleva a la práctica con un grupo de estudiantes de último grado de educación media del colegio Salle Bello. Se aplican una serie de pre Test y pos Test que permiten el seguimiento y valoración del real impacto de la propuesta. Así mismo se implementan y ponen en práctica actividades centradas en el ciclo PODS (Predicción, Observación, Discusión y Síntesis) formuladas en la propuesta ALOP. Finalmente se realizan valoraciones de tipo pedagógico y metodológico que contribuyan al afianzamiento y amplia valoración que este tipo de propuestas debe tener en la escuela.

Dentro de la propuesta también se encuentra el análisis de la intervención realizada simultáneamente en dos instituciones educativas diferentes a la Salle Bello: Pablo Neruda, de carácter oficial ubicada en el barrio Santa Cruz la Rosa (estratos 1 y 2) y Agustiniiano de San Nicolás de carácter privado ubicado en el barrio Aranjuez (estrato 3), ambos de la ciudad de Medellín. Se realizará un análisis cualitativo de las condiciones socioeconómicas de las instituciones y sus estudiantes y se realizarán comparaciones de sus resultados de aprendizaje.

Finalmente es menester mencionar que con la presente propuesta no se pretende dar punto final a la larga discusión didáctica y pedagógica sobre la “más adecuada manera” de enseñar los conceptos de la física. Es más bien un aporte metodológico a la discusión, nacido este, de la formación impecable y bondadosa que la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales hace a sus estudiantes. Es el reflejo de las intenciones de la Universidad Nacional de Colombia de aportar a la educación

colombiana, en el espejo que son sus egresados. Termina entonces la propuesta como la irremediable conclusión de un esfuerzo conjunto: Universidad – Magister, para la formación de una nueva sociedad encarnada en la formación científica de sus jóvenes líderes.

1.LA ÓPTICA EN LA ESCUELA

La enseñanza de las ciencias naturales en la educación media en Colombia logró una importante renovación con la expedición por parte del Ministerio de Educación Nacional del texto LINEAMIENTOS CURRICULARES EN CIENCIAS NATURALES Y AMBIENTALES. En este valioso documento que expidió el Ministerio de Educación Nacional en el año 1998 (MEN, 1998) los docentes del país han encontrado un faro para la elaboración de sus planes de estudio y particularmente para mejorar sus prácticas en la escuela. Además, los maestros se han visto llamados a mejorar sus prácticas, investigando y llevando al papel todo aquello que en las aulas de clase les funciona, es decir que los maestros de ciencias han emprendido el camino de LA INVESTIGACIÓN para dar cuenta de lo que hacen y lo que son. Cuando el maestro investiga se convierte en catalizador para que sus estudiantes también lo hagan y en esa pequeña “comunidad científica” se crean los espacios necesarios para que la sociedad colombiana avance. La escuela entonces, se convierte en “lugar privilegiado para la formación en ciencias. Resulta innegable que los niños, las niñas y los jóvenes poseen una enorme capacidad de asombro. De ahí que su curiosidad, sus incesantes preguntas y el interés natural que manifiestan frente a todo lo que los rodea sean el punto de partida para guiar y estimular su formación científica desde una edad muy temprana” (MEN, 2004) Uno de los ámbitos conceptuales de mayor potencia práctica e investigativa es la ÓPTICA, en tanto que relaciona saberes geométricos, matemáticos y físicos cotidianos como LA VISIÓN HUMANA o LOS ESPEJOS. Es en este ambiente óptico donde se desarrollan gran número de avances ingenieriles modernos de donde se desprenden un sin número de actividades de enseñanza y aprendizaje.

1.1 La óptica en el currículo

Entendemos el currículo como “el conjunto de criterios, planes de estudio, programas, metodologías, y procesos que contribuyen a la formación integral y a la construcción de la identidad cultural nacional, regional y local, incluyendo también los recursos humanos, académicos y físicos para poner en práctica las políticas y llevar a cabo el proyecto educativo institucional” (MEN, Decreto 230 , 11 de febrero de 2002)

Es en él donde el estado cifra sus esperanzas organizacionales de la escuela y los ámbitos que la rodean. Es pertinente entonces recordar que el estado colombiano estima de vital importancia la formación en ciencias y lo señala en la ley como uno de los fines de la educación colombiana: “el desarrollo de la capacidad crítica, reflexiva y analítica que fortalezca el avance científico y tecnológico nacional, orientado con prioridad al mejoramiento cultural y de la calidad de vida de la población, a la participación en la búsqueda de alternativas de solución a los problemas y al progreso social y económico del país” (Ley General de Educación, 1994) En general, el CURRÍCULO es el lugar común donde se desarrollan y planean las principales directrices de la escuela del país.

En cuanto a la ÓPTICA se debe tener en cuenta que “la mayoría de los currículos de enseñanza secundaria de los países de nuestro entorno contienen temas de óptica y uno de los objetivos básicos y compartidos es comprender la visión humana de los objetos al mirarlos directa o indirectamente (por reflexión o refracción)” (OSUNA GARCÍA, MARTÍNEZ TORREGROSA, CARRASCOSA ALÍS, & VERDÚ CARBONELL, 2007) Pero particularmente se señala la importancia de discurrir por un modelo que dé cuenta de la formación de imagen que los físicos han aceptado hasta el momento, “conseguir este objetivo supone apropiarse funcionalmente de un modelo de cómo se forman las imágenes, lo que requiere el desarrollo de una teoría geométrica de la luz y de la visión que se ha denominado óptica geométrica”. (OSUNA GARCÍA, MARTÍNEZ TORREGROSA, CARRASCOSA ALÍS, & VERDÚ CARBONELL, 2007)

1.2 La óptica en la ley educativa colombiana

Los referentes fundamentales para establecer los ámbitos conceptuales de la física que se tratan en la escuela son el Ministerio de Educación Nacional (MEN) y el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES). La ÓPTICA se instala en el componente EVENTOS ONDULATORIOS: ¿Qué caracteriza un movimiento ondulatorio? ¿Qué sucede cuando una onda interactúa con otra o con un cuerpo? (ICFES, 2007) El mismo ICFES convoca a los estudiantes y maestros a través de los Estándares Básicos en Ciencias Naturales a tratar el tema ondulatorio:

Al final de noveno grado...EXPLICO CONDICIONES DE CAMBIO Y CONSERVACIÓN EN DIVERSOS SISTEMAS TENIENDO EN CUENTA TRANSFERENCIA Y TRANSPORTE DE ENERGÍA Y SU INTERACCIÓN CON LA MATERIA	
ME APROXIMO AL CONOCIMIENTO COMO CIENTÍFICO-A NATURAL	PROPIOS DE LAS CIENCIAS NATURALES
	ENTORNO FÍSICO

<ul style="list-style-type: none">• Observo fenómenos específicos.• Registro mis observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos y tablas.• Saco conclusiones de los experimentos que realizo, aunque no obtenga los resultados esperados.	<ul style="list-style-type: none">• Establezco relaciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda en diversos tipos de ondas mecánicas.• Explico el principio de conservación de la energía en ondas que cambian de medio de propagación.• Reconozco y diferencio modelos para explicar la naturaleza y el comportamiento de la luz.
---	--

Tabla 1 Estándares Básicos en Ciencias Naturales

Finalmente, el currículo colombiano espera que los estudiantes desarrollen durante sus años de colegio unas **COMPETENCIAS ESPECÍFICAS** y **BÁSICAS** en las ciencias naturales:

COMPETENCIAS EN CIENCIAS NATURALES	
BÁSICAS	ESPECÍFICAS
<ul style="list-style-type: none"> • Interpretar: implica establecer relaciones y confrontar los diferentes significados que configuran un hecho, una lectura, etc. • Argumentar: capacidad de dar razones coherentemente acerca de las ideas que se tienen respecto de algo en un contexto de referencia. • Proponer: La característica fundamental de esta acción es la creación, es decir, desarrollar interpretaciones nuevas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar: se espera que el estudiante esté en capacidad para reconocer y diferenciar fenómenos y representaciones a partir del conocimiento adquirido. • Indagar: se espera que los estudiantes desarrollen su capacidad para seleccionar, organizar e interpretar información relevante y para diseñar y elegir procedimientos adecuados con el fin de dar respuesta a preguntas. • Explicar: capacidad de los estudiantes para seleccionar y comprender argumentos y representaciones adecuados y así para dar razón de fenómenos particulares.

Tabla 2 Competencias en Ciencias Naturales

1.3 La óptica en el colegio Salle Bello

EL colegio Salle Bello distribuye los conceptos físicos desde el grado noveno. Es así como el tema ÓPTICA aparece en el plan de área de Física en el grado undécimo, específicamente en el segundo periodo:

PERIODO	II
PROCESO	Físico
CONTENIDO	La luz: reflexión y refracción
TEMAS	<ul style="list-style-type: none"> • Reflexión total • Dispersión de la luz • El color • Las lentes • La naturaleza de la luz • La velocidad de la luz • Interferencia de la luz • Difracción de la luz • La reflexión de la luz • Los espejos planos • Espejos esféricos • La refracción de la luz
LOGRO	Interpretar los fenómenos ópticos a partir de la propagación rectilínea de la luz y, describir y analizar las imágenes formadas en espejos y lentes.
INDICADOR DE LOGRO	<ul style="list-style-type: none"> • Cognoscitivo: Interpreta y construye, gráfica y analíticamente la imagen de un objeto situado frente a un espejo o una lente. • Cognoscitivo: Comprende los conceptos de reflexión y refracción de la luz y los aplica a la solución de problemas. • Procedimental: Describe experimentalmente los fenómenos de difracción e interferencia, además de la dispersión de la luz a través del prisma. • Actitudinal: mantiene una posición crítica frente al tema de fenómenos ópticos, proponiendo discusiones que enriquezcan el ambiente.

Tabla 3 Plan de área: FÍSICA. Salle Bello

2.FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Aprendizaje activo

Durante las dos décadas comprendidas entre 1970 y 1990 se ha reformado la psicología de aprendizaje a partir del enfoque constructivista y, alrededor de éste, se han desarrollado diferentes teorías que centran su atención en la adaptación mutua entre el estudiante y su entorno.

En particular, el aprendizaje activo, representa un conjunto de estrategias y metodologías para la enseñanza de las ciencias, en donde los estudiantes construyen conocimientos científicos, a través de observaciones y experiencias directas del mundo físico. De esta forma, el aprender haciendo exige que los estudiantes –tal y como afirman (Benítez & Mora, 2011) – efectúen predicciones, observaciones, discusiones y procesos de síntesis (PODS) a fin de que actúen y expresen sus propios enfoques y resoluciones a las situaciones que se les presentan.

Al igual que las demás propuestas de enseñanza para las ciencias, desde el aprendizaje activo, se tienen en cuenta los saberes previos de los estudiantes y se dejan de lado aquellas prácticas tradicionales, en la cuales el estudiante es un simple receptor de información y aprende única y exclusivamente memorizando contenidos determinados. En dicho proceso, se utilizan ciclos de aprendizaje que incluyen discusiones grupales y a nivel general orientadas por el profesor, para contrastar los resultados observados, las predicciones y los conocimientos avalados científicamente.

De acuerdo con lo anterior, las ciencias dejan de ser algo que se lee en los libros, para transformarse en una actividad mediante la cual los fenómenos se estudian de forma activa en una atmósfera de cooperación participativa, se desarrollan formas de pensar,

expresar y explicar los fenómenos físicos, y se posibilita la participación en discusiones que permitan un acercamiento a su naturaleza e historia. Esto implica, según Henao y Stipcich (Stipich & Henao, 2008), hacer de las clases de ciencias un espacio para formar en la autonomía intelectual, es decir, un espacio para preguntar, discutir, criticar y disentir; el lugar en el cual los estudiantes además de expresar y argumentar sus ideas en forma adecuada, hagan uso de los discursos y de las disciplinas científicas.

En el siguiente cuadro se describen las diferencias entre los ambientes de aprendizaje pasivos y el aprendizaje activo, de acuerdo con Mazzolini, A. (2002):

Ambiente de aprendizaje pasivo	Ambiente de aprendizaje activo
El instructor y el libro de texto son las autoridades y fuente de todo conocimiento.	Los estudiantes construyen su conocimiento al poner manos a la obra y al hacer observaciones. Las observaciones reales del mundo real son la autoridad.
Las creencias de los alumnos rara vez son contrastadas.	Los estudiantes son desafiados a comparar sus propias predicciones (basados en sus creencias) con experimentos reales.
Puede ser que los alumnos nunca perciban el conflicto entre sus creencias y lo que se les enseña en clase.	Las creencias de los alumnos cambian cuando los alumnos son confrontados ante las diferencias entre sus observaciones y sus creencias.
El rol del profesor es de autoridad.	El papel del instructor es de guía en el proceso de aprendizaje.
La colaboración entre compañeros no es fomentada.	Se fomenta la colaboración entre compañeros.
Las clases de Física a menudo presentan los “hechos” de la Física con poca referencia a la experimentación.	Los resultados de experimentos reales son observados en formas comprensibles.
El trabajo de laboratorio, si lo hay, se usa para confirmar teorías	El trabajo de laboratorio se utiliza para aprender conceptos básicos.

“aprendidas” en clase.	
Transmitir contenidos.	Enseñar a aprender.
Los estudiantes pueden nunca reconocer las diferencias entre sus concepciones y lo que se dijo en clase.	Los estudiantes reconocen las diferencias entre sus ideas previas y lo observado.
El profesor construye el conocimiento del alumno, asume la responsabilidad del aprendizaje.	Los estudiantes construyen su propio conocimiento y asumen la responsabilidad de su aprendizaje.

Tabla 4 Aprendizaje pasivo vs Aprendizaje Activo

Igualmente, a pesar de que esta metodología de aprendizaje centra su atención en el estudiante, el papel del profesor en este proceso adquiere una gran importancia, puesto que es quien orienta para el desarrollo del conocimiento, facilita y diseña diferentes actividades que permitan aclarar aquellos conocimientos que suponen grandes dificultades a los estudiantes.

El aprendizaje activo supone un cambio importante en la forma de orientar los procesos de enseñanza y aprendizaje, porque requiere un cambio de rol tanto del profesor como de los estudiantes. Éstos últimos, a través de la experiencia pueden adaptarse fácilmente a nuevas formas de enseñanza, pero el profesor necesita de una formación específica, para disponer de ciertos recursos que puede poner en práctica en una determinada actividad dirigida al desarrollo del aprendizaje activo del alumno.

En particular, como propuesta de investigación para el estudio de la óptica y la fotónica, Sokoloff (Sokoloff, Mazzolini, Maquiling, Lakshminarayanan, Culaba, & Lakhdar, 2006) desarrolló un método llamado Taller de Aprendizaje Activo en Óptica y Fotónica (Active Learning in Optics and Photonics ALOP).

Sokoloff & otros (1999) auspiciados por la UNESCO, han implementado el taller en diferentes países, dirigido a estudiantes de la media académica, universitarios y profesores, utilizando materiales de bajo costo y módulos de aprendizaje que promueven la argumentación, la discusión, el análisis de resultados, la observación, entre otros

aspectos fundamentales olvidados en la enseñanza de la física. La metodología del aprendizaje activo se desarrolla en tres momentos, que involucran los saberes previos de los estudiantes y la posterior discusión sobre el fenómeno estudiado:

En un primer momento se plantea una situación conceptual o experimental para que los estudiantes en pequeños grupos discutan una posible solución (predicciones), a partir de sus conocimientos previos.

Luego cada subgrupo presenta al grupo en general y al profesor, lo discutido y establecido como posible solución. Cada grupo presentará sus argumentos.

En un tercer momento y bajo la orientación del profesor, se desarrolla una actividad experimental relacionada con la situación planteada o se presenta una actividad experimental de carácter demostrativo, con el propósito de contrastar lo previo y lo observado en el experimento.

2.2 Óptica geométrica

La óptica geométrica se origina en un intento por comprender la visión humana y se enmarca inicialmente en tres grandes etapas tal y como afirman Osuna, L., Martínez, J., Carrascosa, J. y Verdú R. (2007): La visión según los filósofos griegos, la visión según Alhazen y la visión según Kepler. Posterior a estos modelos de visión humana, se desarrollaron teorías que permiten describir la naturaleza de la luz y el funcionamiento de muchos elementos ópticos, como espejos y prismas.

De acuerdo con la visión de los filósofos griegos, la luz no era el intermediario entre el objeto y el ojo, así, Demócrito y los filósofos atomistas, pensaban que de los objetos emana una sutil capa de átomos que forman el objeto, cuya imagen que «vuela» hasta los órganos de la vista provoca la visión. Estas ideas acerca de la formación de imágenes, se presentan dentro de un marco de pensamiento en el que la percepción sensorial requiere de un contacto físico. Por su parte Platón, sugería que, además del desprendimiento de imágenes, el ojo debía emitir un «fuego visual» de forma que el

contacto entre estas dos entidades produjera la sensación de la visión. Según Aristóteles, la luz es una cualidad que hace posible la visión y no una emanación de ningún cuerpo.

Derivado de estas concepciones, los filósofos griegos se plantearon varios interrogantes tales como: Si los objetos emiten imágenes, ¿qué ocurre cuando se cruzan éstas en el aire?, ¿cómo puede caber la imagen de un gran objeto en la pupila del ojo? Si la imagen desprendida es la causa de la visión, ¿por qué sólo ve el ojo y no las otras partes del cuerpo a dónde llega? Aunque en general, no hubo avances significativos dentro del desarrollo histórico de la óptica geométrica en esta etapa.



Ilustración 1 Modelos de visión de Demócrito y de Platón

Hacia el siglo XI, el astrónomo musulmán Alhazen consideraba la luz como entidad independiente del objeto y del ojo que hace de intermediario en la visión. Desde esta perspectiva, y siguiendo a Osuna, L., Martínez, J., Carrascosa, J. y Verdú R. et al. (2007):

La visión consistía en la formación de una imagen óptica en el interior del ojo que funcionaba como una cámara oscura, de tal forma que uno de los rayos de luz emitidos por cada punto del objeto iluminado atravesaba el pequeño agujero de la cámara oscura (la pupila) y formaba el punto correspondiente de la imagen en la pantalla de esa cámara. De esta concepción se deduce, pues, que el rayo de luz, en su propagación, debe ser una especie de portador de pequeños trozos de la imagen que deposita en la pantalla donde incide (p. 279).

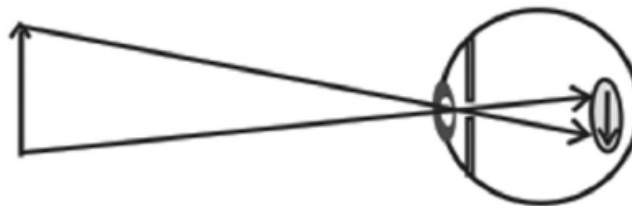


Ilustración 2 Modelo de visión de Alhazen

A partir de esta concepción, en el estudio de la formación de imágenes comienza a modelizarse el ojo humano como un instrumento óptico y, la luz pasó a ser una entidad física en el espacio, cuyo estudio es independiente de la visión. Así mismo, las fuentes luminosas fueron idealizadas como conjuntos de fuentes luminosas puntuales que emiten rayos en todas las direcciones. Estos rayos son trazos cuyo comportamiento geométrico permitió explicar a Alhazen fenómenos de visión indirecta, tales como la formación de imágenes en espejos y objetos sumergidos en agua u otros medios (Ilustración 3).

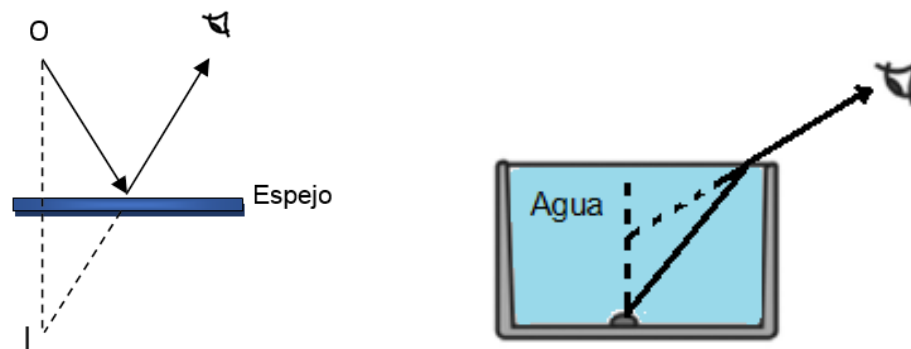


Ilustración 3 Esquemas de visión de Alhazen

A pesar de lo anterior, la teoría de Alhazen no permitía explicar algunas observaciones con la cámara oscura, utilizada con mayor frecuencia en la Edad Media. Además de ello, hasta entonces no se había dado solución satisfactoria al problema planteado por Aristóteles: ¿Por qué los rayos de Sol percibidos durante un eclipse, a través de las hojas de los árboles dibujan lúnulas sobre el suelo?, es decir, ¿por qué la forma del agujero de la cámara oscura no influye en la forma de la imagen del objeto que se ve en la pantalla? Hacia 1600 Kepler trató de dar solución al interrogante anterior y otros similares, proponiendo un modelo de formación de imágenes, en el cual la luz emitida por cada punto del objeto es tiene forma esférica en expansión, de modo que los rayos son solo elementos direccionales ideales, sin entidad real. Si parte de ese haz esférico emitido por la fuente puntual entra en el orificio de la cámara oscura, se selecciona un haz divergente de luz y se obtendrá en la pantalla una mancha luminosa con la misma forma de la abertura.

Aunque para una fuente luminosa lejana de la que se trazan gran cantidad de haces divergentes desde cada uno de sus puntos, la superposición de las pequeñas manchas con determinada forma geométrica compondrá una figura de la misma forma que la fuente luminosa. Así por ejemplo, la imagen desprendida del Sol al atravesar la abertura de una cámara oscura de forma triangular, se observaría en la pantalla una mancha luminosa con forma triangular.

Otro aspecto importante de la teoría de Kepler sobre la formación de imágenes, se refiere al conocimiento que se tenía en su época sobre el ojo y las lentes, lo cual le permitió plantear un modelo del ojo humano en el que el cristalino representa una lente de convergencia variable. Así, la visión se produciría por la formación de una imagen en la retina (pantalla), suponiendo que cada haz de luz cónico y divergente que entre en la pupila converge en un punto de la retina (Ilustración 4). La imagen extensa de un objeto se formaría a partir de la colección de los puntos imagen.

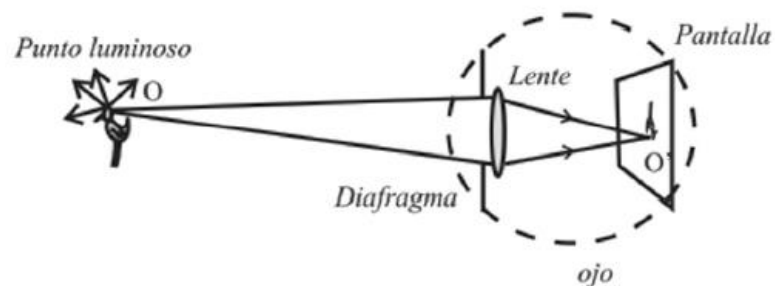


Ilustración 4 Modelo de visión de Kepler

En este modelo de visión de Kepler los objetos son considerados como un conjunto de infinitas fuentes puntuales que emiten luz en todas direcciones. El ojo representa un sistema óptico formado por una lente convergente y una pantalla. La imagen óptica de un punto del objeto se forma cuando el haz divergente de luz procedente de él se concentra en un punto de la retina.

La óptica del siglo XVIII inicia con el tratado de Newton: "*Opticks or, a Treatise of the Reflexions, Refractions, Inflexions and Colours of Light*"; en el que se estudia los fenómenos de la reflexión de la luz, la refracción, la formación de imágenes con lentes, la

descomposición espectro, entre otros. En su teoría corpuscular, Newton asume que la luz compuesta por pequeñas partículas que se desprenden de los cuerpos que han sido iluminados, se desplazan en un medio denominado éter que al interactuar con el ojo produce el efecto de la visión.

De acuerdo con Sokolof, D. (2006), la observación de los objetos nuestro alrededor depende de la luz que viaja desde esos objetos a nuestros ojos. Newton creía fuertemente que la luz, además de estar hecha de partículas, podía ser descrita en términos de rayos de luz dibujados en la dirección del movimiento de esas partículas. No podía concebir a la luz como ondas. Aunque en el siglo XIX, un número de observaciones sobre el fenómeno de la interferencia de la luz estableció que la luz se propagaba en el espacio describiendo un comportamiento ondulatorio. Extrañamente, la teoría del efecto fotoeléctrico de Einstein, a comienzos del siglo XX, de nuevo estableció a la luz como partículas, llamadas fotones.

Ahora sabemos que la luz presenta una naturaleza dual y puede ser considerada desde ambos dos de vista: Como partículas o como ondas. Cuando la luz interactúa con objetos mucho más grandes que su longitud de onda, puede ser descrita como ondas o como rayos cuya trayectoria es rectilínea. Cuando interactúa con objetos pequeños (de tamaño cercano a su longitud de onda), entonces es necesario un modelo ondulatorio para describir apropiadamente las interacciones. Debido a que los elementos ópticos como lentes, espejos y prismas son generalmente mucho más grandes que la longitud de onda de la luz, el modelo de rayos usualmente llamado óptica geométrica, es adecuado.

De acuerdo con lo anterior, la óptica, las técnicas láser y sus aplicaciones constituyen un importante campo del saber, pues tal y como afirman Augier, A., Mavilio, A. & García, A. (2000), las aplicaciones tecnológicas del láser en el tratamiento de materiales, el desarrollo y utilización de los sensores ópticos, el uso de fuentes de luz y fibras ópticas en las telecomunicaciones y en la electrónica y muchas otras aplicaciones, hacen de la óptica un campo de enormes posibilidades actuales y a futuro.

Por su parte, muchos instrumentos ópticos, como espejos y prismas son hechos de materiales transparentes (como vidrio o acrílico) de superficies lisas. Cuando la luz viaja

en el aire y llega a la superficie de un material transparente, una parte de la luz es reflejada y otra parte es transmitida. Para comprender como trabaja un elemento óptico, es importante tener en primer lugar, una comprensión cualitativa y cuantitativa de la reflexión y la refracción de la luz en una superficie.

La reflexión de la luz puede describirse de acuerdo al tipo de superficie sobre la cual incide la luz. Así, el término *reflexión especular* hace referencia al cambio de dirección en un mismo medio de una onda luminosa que incide en una superficie lisa (pulida). En este caso, si se emiten rayos incidentes paralelos entre sí, al cambiar de dirección se obtienen rayos reflejados que siguen siendo paralelos entre sí (Ilustración 5a).

Por el contrario, la *reflexión difusa* se refiere al cambio de dirección en un mismo medio de una onda luminosa que incide en una superficie áspera (irregular). En este caso, al emitir rayos incidentes paralelos entre sí, éstos cambian de dirección obteniéndose rayos reflejados que ya no son paralelos entre sí (Ilustración 5b).

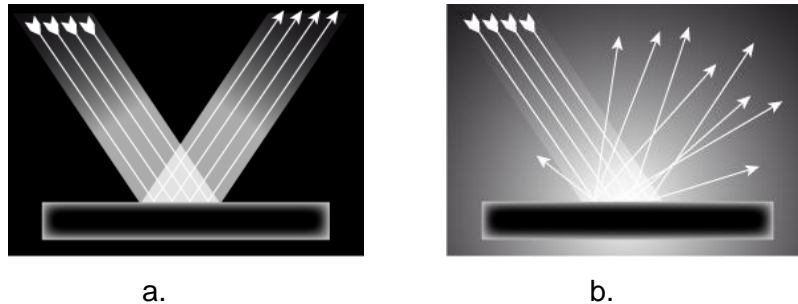


Ilustración 5 a. Reflexión especular o regular y b. Reflexión difusa o irregular

Imágenes extraídas de: http://gusgsm.com/01_reflexion

Cuando la luz incide sobre una superficie, ésta se transmite o cambia dirección al atravesar un determinado medio. A este fenómeno se le conoce como *refracción* (Ilustración 6).

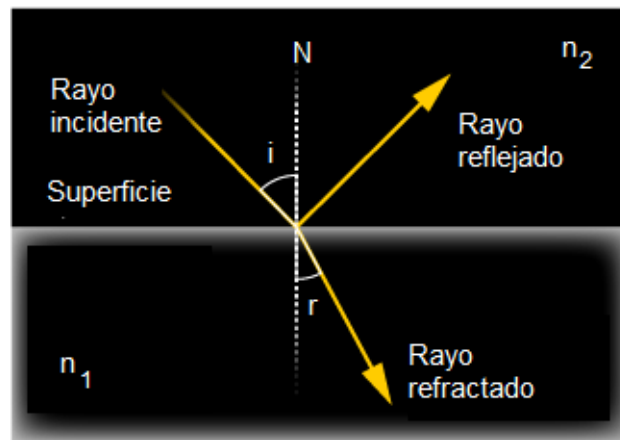


Ilustración 6 Refracción de la luz

De acuerdo con lo anterior se definen una serie de elementos (Aristizabal, D. & Restrepo, R., 2008) para los fenómenos de la reflexión y refracción de la luz, tales como:

La normal (N): Línea ortogonal a la superficie de separación entre los medios.

Plano de incidencia: Plano normal a la superficie de separación.

Rayo incidente: Rayo de luz que llega a la superficie de separación.

Rayo reflejado: Rayo que es devuelto al medio de incidencia (medio de índice de refracción n_1).

Rayo refractado o transmitido: Rayo que atraviesa la superficie de separación y sigue propagándose en el medio de índice de refracción n_2 .

Ángulo de incidencia (i): Ángulo que forman el rayo incidente y la normal.

Ángulo de reflexión: ángulo que forman el rayo reflejado y la normal.

Ángulo de refracción (r): Ángulo que forman el rayo transmitido y la normal.

De lo anterior, se deducen dos leyes básicas de la óptica geométrica que son las siguientes:

- i. Los rayos incidente, reflejado y transmitido pertenecen al mismo plano (plano de incidencia).
- ii. Ley de reflexión: El ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión
- iii. Ley de refracción: El ángulo incidencia y el de refracción se relacionan mediante la ley de Snell. $n_1 \text{ sen } \varphi_i = n_2 \text{ sen } \varphi_r$.

Otro de los fenómenos relacionados con la naturaleza de la luz es la *reflexión interna total*¹ que ocurre cuando toda la luz incidente en un medio se refleja sin que nada de ella se transmita (refracte). Así, si el ángulo de incidencia aumenta, el rayo refractado al alejarse de la normal, se va acercando a la horizontal. En este caso existe un ángulo de incidencia con que emerge el rayo refractado tangente a la superficie llamado *ángulo crítico*, cuyo valor es 90° . Más allá del ángulo crítico, el rayo no puede pasar al otro medio refrenándose totalmente en la superficie limítrofe (Ilustración 7).

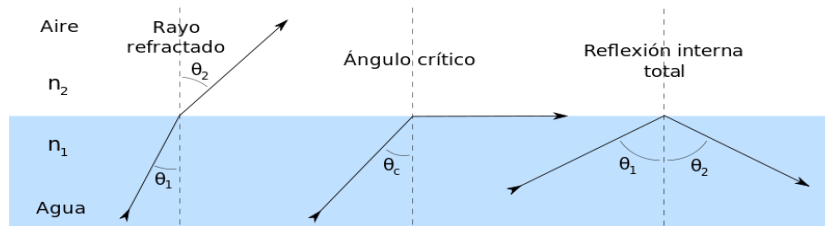


Ilustración 7 Reflexión interna total

<http://blogdefisicapara4to.blogspot.com/2010/05/angulo-critico-imagen-debido-la.html>

¹ Aunque las guías diseñadas no se enfocan en este concepto, es importante su descripción pues los estudiantes en el momento de experimentar lograron por sí mismos observarlo, utilizando la cubeta de vidrio y el láser de Helio-Neón.

Como aplicaciones, la reflexión interna total es el mecanismo que utiliza la fibra óptica para conducir la luz a través de ésta sin pérdidas de energía (Ilustración 8).

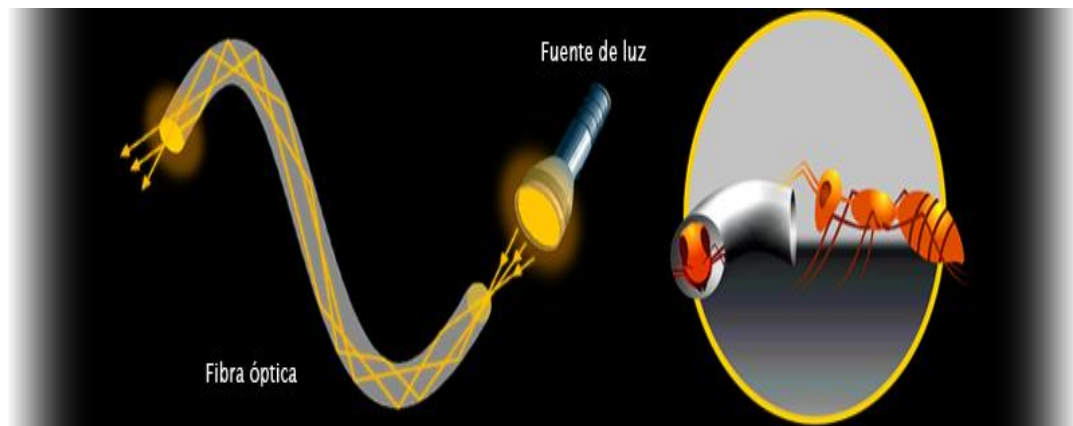


Ilustración 8 Fibra óptica

http://www.cefop.cl/eluniversodelaluz/?page_id=79

Los conceptos anteriores son fundamentales para la explicación, sobre la formación de imágenes a través espejos y lentes delgadas. Así, la función principal de una lente es formar imágenes mediante el fenómeno de la refracción en instrumentos ópticos, como cámaras, microscopios, telescopios, etc. Igualmente, una lente permite que los rayos que la atraviesan converjan en un punto o diverjan. El siguiente cuadro presenta algunas diferencias entre espejos planos, cóncavos y convexos y lentes convergentes y divergentes.

Espejos planos	Espejos cóncavos	Espejos convexos
Es una superficie totalmente pulida.	Es aquel casquete de esfera cuya superficie interna o externa es reflectante.	Es aquel casquete de esfera cuya superficie externa es reflectante.

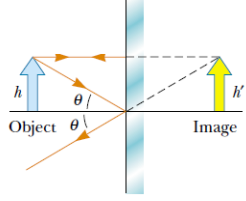
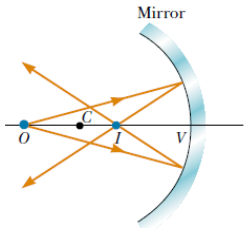
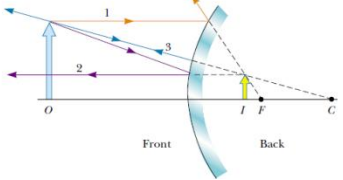
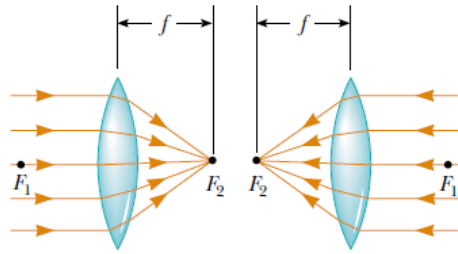
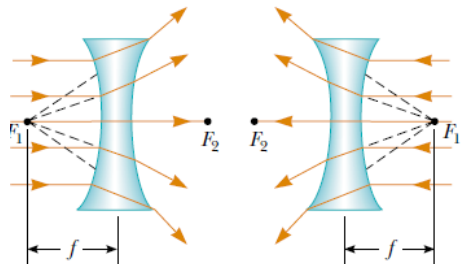
 <p>La imagen formada es virtual y derecha.</p>	 <p>La imagen que se forma puede ser real, invertida, de menor o mayor tamaño que el objeto.</p>	 <p>La imagen que se forma siempre es virtual, derecha y más pequeña que el objeto.</p>
--	---	--

Tabla 5 Espejos

Lentes convergentes	Lentes divergentes
<p>Cuando un haz de rayos paralelos al eje atraviesa la lente, los rayos concurren en un solo punto y forman una imagen real allí.</p>  <p>Tienen sus longitudes focales positivas.</p> <p>Toda lente más gruesa en sus centros que en sus bordes es una lente convergente, siempre y cuando la lente tenga un índice de refracción mayor que</p>	<p>Cuando un haz de rayos paralelos al eje atraviesa la lente, se separan de manera que sus prolongaciones se corten en un solo punto.</p>  <p>Tienen sus longitudes focales negativas.</p> <p>Toda lente más gruesa en sus bordes que en su centro es una lente divergente, siempre y cuando la lente tenga un índice de refracción mayor que</p>



<p>el material circundante.</p>  <p>Éstas lentes (para objetos alejados), forman imágenes reales, invertidas y de menor tamaño que los objetos.</p>	<p>el material circundante.</p>  <p>Las imágenes producidas por estos lentes son virtuales, derechas y menores que los objetos.</p>
--	---

Tabla 6 Lentes

De acuerdo con lo anterior, a través de las lentes convergentes se pueden formar objetos reales, imágenes reales de mayor, menor o igual tamaño que el objeto y también imágenes virtuales mayores que el objeto. Todos los posibles resultados de imagen y el tipo de objeto incidente se pueden verificar gráficamente de acuerdo a la posición de la recta en cada uno de los cuadrantes (véase la ilustración 9).

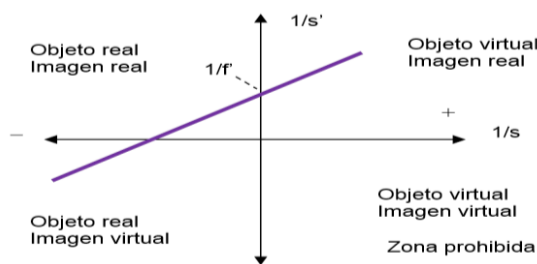


Ilustración 9 Imagen en lentes convergentes

De la gráfica obtenida, los datos y valores se ubicaron en el primer cuadrante en donde está determinado que a partir de objetos reales se pueden obtener imágenes reales. Así, con una lente convergente se pueden obtener de objetos reales imágenes virtuales y reales; también se puede obtener de objetos virtuales imágenes reales. Sin embargo, no es posible obtener de objetos virtuales imágenes virtuales.

Una persona con hipermetropía enfoca con claridad objetos lejanos pero no puede ver claramente objetos cercanos, debido a que la distancia focal del ojo es más grande de lo normal y la luz de un objeto cercano produce una imagen nítida detrás de la retina, produciéndose una imagen borrosa. Por tal motivo, la hipermetropía se puede corregir con lentes convergentes, pues refractan los rayos que entran más hacia el eje principal antes de entrar al ojo, permitiendo que se enfoquen sobre la retina.

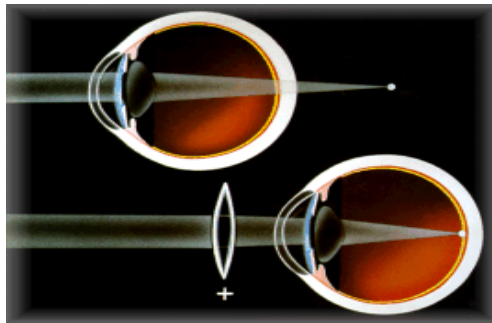


Ilustración 10 Corrección de la hipermetropía

Imagen tomada de: <http://www.opticasantafe.com.mx/873.html>

Por su parte, las lentes divergentes sólo pueden formar objetos reales, imágenes virtuales de menor tamaño que el objeto, de igual sentido y situados entre la lente y el objeto. Con una lente divergente se pueden obtener de objetos reales sólo imágenes virtuales y no es posible de este tipo de objetos obtener imágenes reales. También es posible obtener de objetos virtuales imágenes tanto reales como virtuales (Ilustración 11).

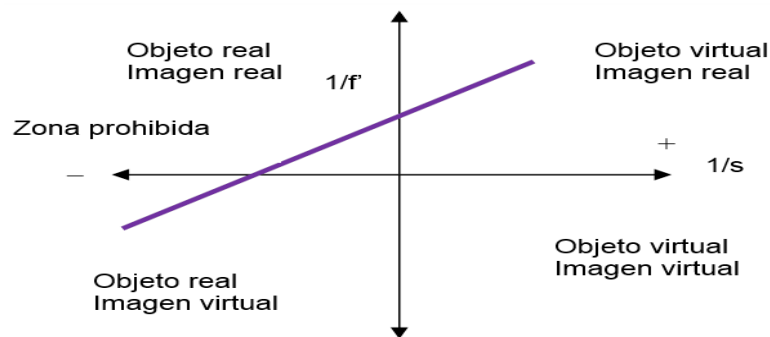


Ilustración 11 Imagen en lentes divergentes

Los defectos comunes de la visión resultan de las relaciones incorrectas de distancia en el ojo. En la visión corta o miopía la persona puede enfocar objetos cercanos pero no puede ver objetos lejanos, esto se debe a que la lente del ojo está demasiado lejos de la retina.

Así, los rayos de un objeto distante se enfocan enfrente de la retina y producen una visión borrosa. La miopía se puede corregir con una lente divergente, la cual refracta los rayos alejándolos del eje principal antes de que entren al ojo, logrando que se enfoquen en la retina.

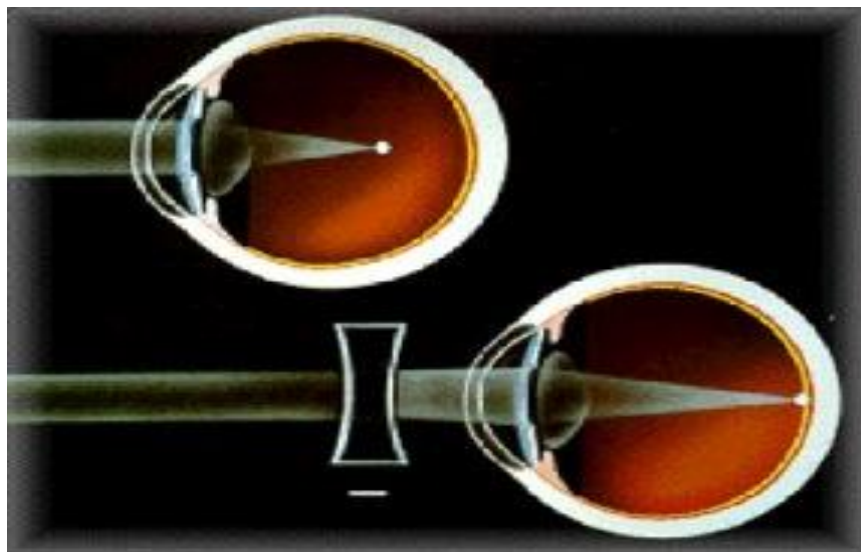


Ilustración 12 Corrección de la miopía

Imagen tomada de: <http://www.opticasantafe.com.mx/873.html>

2.3 Instrumentos ópticos

a. La lupa o microscopio simple

La lupa, también llamada microscopio simple o lente de aumento es una lente convergente que permite ver los objetos de mayor tamaño que el natural. Consta de una lente convergente, con un armazón que la separa una distancia focal del objeto.

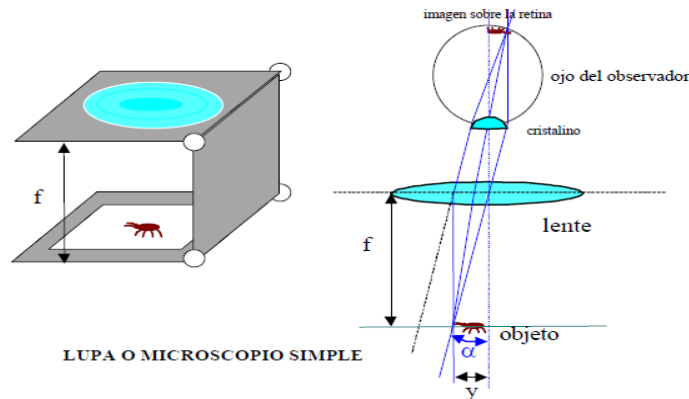


Ilustración 13 Microscopio simple

El objeto es visto por el observador bajo el ángulo α , gracias al acercamiento que le permite la lupa. Sin la lente, la visión nítida del objeto sería imposible a la distancia f (mucho menor que la distancia de visión nítida) ($\delta \cong 0,25\text{m}$) (Dini, 2001)

Las lupas pueden ser de distintas curvaturas, y proporcionalmente, la lente puede tener cierto grado de magnificación. Generalmente, las lupas de mayor diámetro son más potentes (menor distancia focal), ya que permiten una mayor curvatura de sus superficies, al ser necesariamente el cristal estrecho en la periferia y grueso en el centro.

b. El proyector de imágenes

Este aparato produce sobre una pantalla una imagen real ampliada de un objeto fuertemente iluminado. Consta de un soporte para el objeto, una fuente de luz potente que lo ilumina y una lente o grupo de lentes L convergentes colocadas a una distancia x del objeto, algo mayor que su propia distancia focal f . Para concentrar la luz sobre el objeto se dispone entre lámpara y objeto de un grupo de lentes llamada “condensador” y a veces también de un objeto cóncavo detrás de la lámpara. Lámpara y condensador se refrigeran mediante un ventilador, para alargar la vida útil de la lámpara y para evitar que el conjunto irradie demasiado calor sobre el objeto. (Dini, 2001)

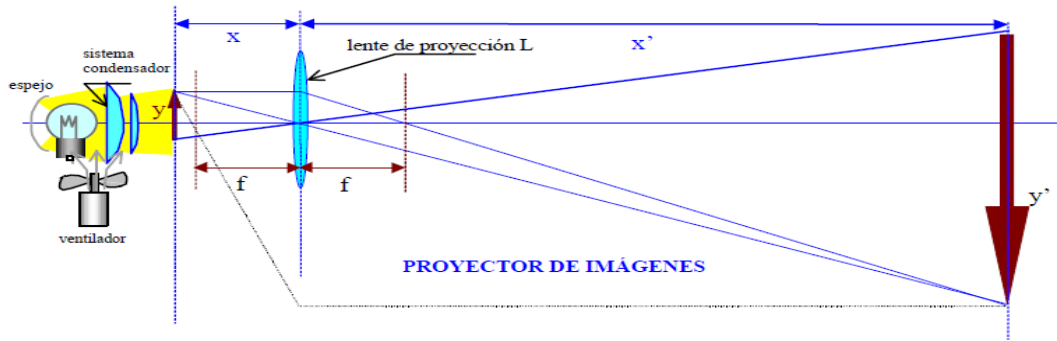


Ilustración 14 Proyector de imágenes

El aumento lineal (no angular) que produce el aparato proyector está a razón directa a la distancia entre lente de proyección L y pantalla e inversamente proporcional a la distancia focal f de la lente de proyección L

c. El microscopio compuesto

Es una combinación de proyector y lupa. Una imagen real proyectada y ampliada del objeto a través de una lente (objetivo) se observa a través de una lupa (ocular), lográndose así una doble ampliación. El ocular y el objetivo son lentes convergentes de distancia focal parecida y relativamente pequeña comparada con la longitud L del tubo sobre el que van montados. (Dini, 2001)

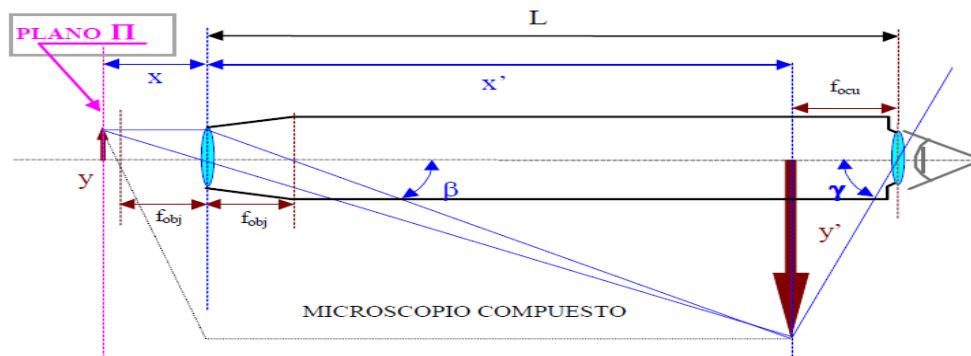


Ilustración 15 Microscopio compuesto

Los microscopios compuestos se utilizan especialmente para examinar objetos transparentes, o cortados en láminas tan finas que se transparentan. Se emplea para aumentar o ampliar las imágenes de objetos y organismos no visibles a simple vista.

d. Anteojo astronómico o de Kepler

Este instrumento entra dentro de la categoría genérica de los telescopios ($\tau\epsilon\lambda\epsilon = lejos$) y ($\sigma\chi\omicron\pi\epsilon\omega = mirar$). Su principio óptico se basa en observar con un ocular idéntico al de un microscopio (de distancia focal lo más pequeña posible), la imagen real de un objeto muy alejado, creada por una lente convergente de gran distancia focal (un teleobjetivo) (Dini, 2001)

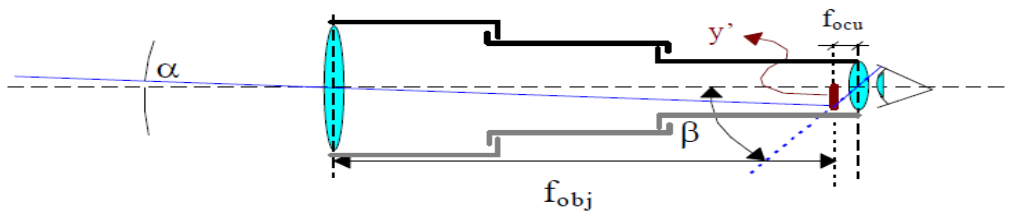
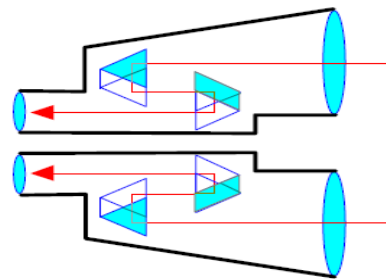


Ilustración 16 Anteojo de Kepler

e. Binoculares “prismáticos”

Un binocular es un sistema óptico refractor, dotado de un objetivo, prismas y un sistema ocular para cada ojo. Cada objetivo refracta (desvía) la luz hacia el foco del binocular, pasando primero por una serie de prismas que permiten tener diseños compactos al reflejar la luz en diferentes direcciones controladas y así ganar distancia entre el objetivo y los oculares (de otra forma se tendrían binoculares muy largos, más parecidos a telescopios refractores).

Los binoculares conocidos como “prismáticos” se forman por dos telescopios acodados simétricos colocados con sus ejes ópticos perfectamente paralelo, uno para cada ojo. (Dini, 2001)



BINOCULARES “PRISMÁTICOS”

Ilustración 17 Binoculares prismáticos

Al interior de un binocular “prismático” se emplea un sistema que consiste en dos prismas de reflexión total colocados de manera tal que de vuelta la marcha de los rayos, el primero de izquierda a derecha, el segundo de arriba abajo.

f. Anteojo “holandés” o de Galileo

Atribuido a la inventiva de Galileo, parece que en realidad el sabio lo copió del telescopio que traían los marinos holandeses que llegaban a Italia. Con este instrumento se pudieron hacer las primeras observaciones astronómicas.

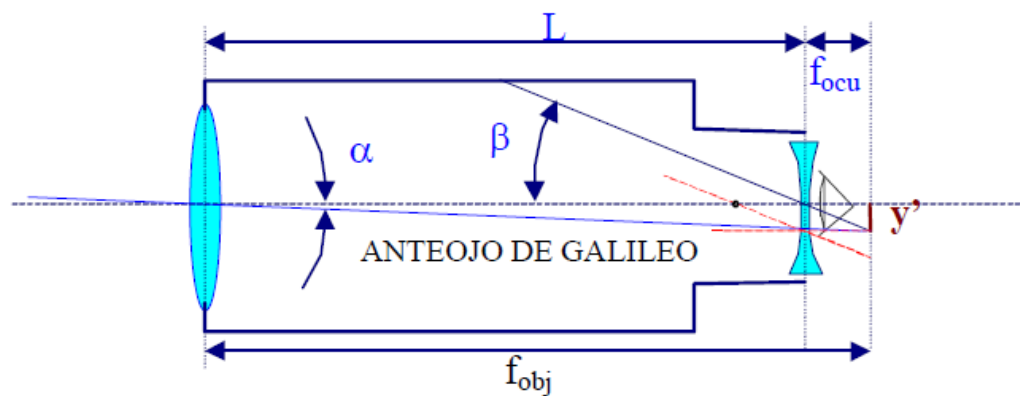


Ilustración 18 Anteojo de Galileo

Consta de un objetivo y un ocular, el primero convergente y de gran distancia focal, similar al de un anteojo astronómico, pero a diferencia de este su ocular es divergente. Los rayos que irían a formar la imagen real y' provenientes del objetivo son interceptados por el ocular divergente; luego llegan al observador paralelos o ligeramente divergentes, formando un ángulo β con el eje del aparato, como si fueran provenientes de una imagen virtual grande y alejada. (Dini, 2001)

3. PROPUESTA DE ENSEÑANZA

3.1 Objetivo general

Diseñar e implementar en el grado décimo del colegio Salle Bello una propuesta de enseñanza sobre la formación de imágenes a través de lentes y espejos desde la metodología ALOP.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar las concepciones alternativas que expresan los estudiantes sobre la formación de imágenes mediante actividades de indagación.
- Describir cualitativamente la eficacia de la propuesta de enseñanza en el aprendizaje de los estudiantes.
- Proponer estrategias de enseñanza teniendo en cuenta la metodología ALOP

3.3 Aprendizaje Activo de Óptica y Fotónica (ACTIVE LEARNING IN OPTICS AND PHOTONICS, ALOP)

El mejoramiento de la enseñanza de las ciencias ha recibido considerable atención en distintos países (ALOP; 2006) y un equipo apoyado por La UNESCO, ha procurado la realización y la capacitación de docentes en el área de física alrededor del mundo con el fin de lograr que los estudiantes de física aprendan desde el aula a cuestionarse sobre

los fenómenos y a investigar sobre ellos, es decir, se busca que el aula de clase, a partir del aprendizaje activo, se convierta en un espacio para la investigación en ciencias.

Dichos talleres de actualización y capacitación docente, se centran en estrategias para el *aprendizaje activo*, con acciones que incluyen el desarrollo de materiales de enseñanza y de aprendizaje (ALOP; 2006)

La razón del por qué se escogió esta estrategia es que las metodologías que fomentan el aprendizaje activo mejoran sustancialmente el aprendizaje de la física. Estas estrategias de aprendizaje guían a los estudiantes en la construcción de su conocimiento a través de la observación directa del mundo real. Se utiliza la secuencia de aprendizaje predicción - discusión en pequeños grupos - observación de experimentos y comparación de los resultados de éstos con las predicciones. (Este ciclo de aprendizaje puede ser representado como *PODS*—*P*redicción, *O*bservación, *D*iscusión y *S*íntesis.) (ALOP; 2006)

Sin embargo las aulas tradicionales de los cursos de física, normalmente no son aptas para este tipo de metodología pues por lo general, en la escuela la asignatura se imparte de manera oral y siguiendo algunos libros de texto, ya que son pocas las instituciones que cuentan con laboratorios y con recursos didácticos para hacerlo de diferente manera, mientras que en algunas universidades los salones cuentan con 80 o 100 estudiantes ubicados en un auditorio, tratando medianamente de seguir y entender lo que explica el profesor. Es por esto que para mejorar el aprendizaje sin cambiar significativamente el ambiente de enseñanza de los cursos de física, se necesita diseñar estrategias de enseñanza para que los alumnos estén intelectualmente activos en clases grandes y pequeñas.

Un trabajo sostenido de investigación educativa en física, principalmente en la University of Oregon y en la Tufts University (ambas en los Estados Unidos de América), ha conducido al desarrollo de una estrategia de enseñanza y de aprendizaje denominada *Clases Interactivas Demostrativas (CID)*(*Interactive Lecture Demonstrations (ILDs)*), cuyo objetivo es mejorar el aprendizaje conceptual en las clases teóricas. (ALOP; 2006)

El proceso seguido por las *CID* tiene por objetivo que los estudiantes estén activos en sus propios procesos de aprendizaje y así convertir el ambiente generalmente pasivo de una clase teórica en uno con activa participación estudiantil.

Los pasos a seguir en una clase interactiva demostrativa, son los siguientes: (ALOP; 2006)

1. El docente describe el experimento y, si fuera necesario, lo realiza sin proyectar el resultado del experimento.
2. Los estudiantes deben anotar su predicción individual en la Hoja de Predicciones, la cual será recogida al final de la clase, y donde el estudiante debe poner su nombre. (Se debe asegurar a los estudiantes que estas predicciones no serán evaluadas, aunque una parte de la nota final del curso puede ser asignada por la simple asistencia a las *CID*.)
3. Los estudiantes discuten sus predicciones en un pequeño grupo de discusión con los 2 o 3 compañeros más cercanos.
4. El docente obtiene las predicciones más comunes de toda la clase.
5. Los estudiantes registran la predicción final en la Hoja de Predicciones.
6. El docente realiza la demostración mostrando claramente los resultados.
7. Se pide a algunos estudiantes que describan los resultados y que los discutan en el contexto de la demostración. Los estudiantes anotan estos resultados en la Hoja de Resultados, la cual se llevan para estudiar.
8. Los estudiantes (o el docente) discuten situaciones físicas análogas con diferentes características superficiales (o sea, diferentes situaciones físicas), pero que responden al mismo concepto(s) físico.

Así mismo, el docente debe evitar “enseñar” a los estudiantes. La discusión debe utilizar los resultados experimentales como la fuente del conocimiento acerca de la demostración planteada. Solo en caso de que los estudiantes no hayan discutido todos los puntos que sean importantes, el profesor puede aportar para llenar lo faltante. (ALOP; 2006)

Con todo lo anterior, La UNESCO organizó y comenzó el proyecto Aprendizaje Activo de Óptica y Fotónica (Active Learning in Optics and Photonics, ALOP) en 2003, coordinando y solventado el proyecto con apoyo adicional del Abdus Salam International Center for Theoretical Physics (ICTP) y la International Society for Optical Engineering (SPIE).

El motivo de escoger la óptica como tema principal, es que La Óptica es considerada como una ciencia para “hacer”, debido a que es básica para la alta tecnología y para que sea llevada al aula de clase se ha intentado desarrollar actividades basadas en materiales simples y de bajo costo, y que, siempre que sea posible, puedan ser fabricados localmente.

3.4 Caracterización de los estudiantes participantes

Los jóvenes que participaron en las actividades experimentales, Pre TEST y Post TEST son estudiantes matriculados en el grado décimo del colegio Salle Bello en el 2012. Se consideró una muestra de diez estudiantes, siete mujeres y tres hombres, en edades entre 14 y 16 años. La relación de estos jóvenes estudiantes con la asignatura de Física es de tres horas semanales en el grado donde se encuentran y de dos horas semanales en el grado anterior (novenio). Es de anotar que en la muestra se aceptó un estudiante de octavo grado, joven interesado en las actividades a desarrollar no fue inferior en pensamiento y actitud a sus compañeros mayores. A pesar de que el colegio es de carácter privado de un estrato socio económico 3 y 4 y que cuenta con espacio donde se pueden realizar prácticas experimentales, no se desarrollan muchas de estas básicamente porque los recursos (elementos básicos de laboratorio) son limitados. En particular no hay equipo de óptica. Finalmente, los estudiantes seleccionados no presentan un desempeño académico SUPERIOR en la asignatura de Física, se pueden

categorizar en el grupo de estudiantes PROMEDIO con desempeños académicos entre el BÁSICO y ALTO. Todos sin excepción participaron con mucho entusiasmo y expectativa en la medida que se involucraron en la discusión y experimentación porque es el laboratorio “el sitio donde se diseña la forma de someter a contraste las idealizaciones que hemos logrado acerca del mundo de la vida” (MEN, Lineamientos curriculares para Ciencias Naturales y Educación Ambiental, 1998) partiendo de esta premisa los estudiantes involucrados admiten la necesidad de las actividades experimentales en su formación académica y se embarcan en la aceptación de las normas, condiciones y responsabilidades que implica el acercarse a los laboratorios. Los estudiantes que participantes en las reflexiones y experimentaciones son los siguientes:

Nombres y apellidos	Edad (años)	Grado
Carolina Olivares Villa	15	Décimo
Andrea Garzón Montoya	15	Décimo
Carolina González Toro	16	Décimo
Málory Camila Cifuentes Sampedro	16	Décimo
Sebastián Serna Alcaraz	15	Décimo
Juan Diego Ospina Galindo	16	Décimo
Valentina María Flórez Álvarez	15	Décimo
Estefanía Tobón Echavarría	15	Décimo
Pablo Ríos Londoño	16	Décimo
Juan Pablo Tuirán González	14	Octavo

Tabla 7 Caracterización de los estudiante

3.5 Test y resultados de indagación previa (Test conceptual de óptica geométrica TCOG) de los estudiantes participantes



Ilustración 19 FOTO 1 Indagación previa

Se diseñó una actividad de indagación que se llamó: ACTIVIDAD INICIAL PREDICCIÓN – DISCUSIÓN (Anexo A). Corresponde en la metodología ALOP a la PREDICCIÓN “de esta forma el estudiante toma conciencia de las diferencias entre las creencias con que llega a la clase de física y las leyes físicas que gobiernan el mundo real” (Sokoloff, Mazzolini, Maquiling, Lakshminarayanan, Culaba, & Lakhdar, 2006).

Se plantean diez situaciones que indagan sobre las ideas de los estudiantes sobre la concepción de LUZ y la FORMACIÓN DE IMÁGENES. Se les proponen una serie de elementos como espejos planos, vasos con agua, monedas; y se les solicita pensar, PREDECIR sobre algunas situaciones. Por ejemplo:

Imagina que estás en tu habitación iluminada y de pronto tus llaves cayeron bajo la cama. ¿Será posible, con ayuda de un espejo plano, iluminar bajo la cama para encontrar las llaves? ¿Cómo lo harías?

La estudiante Andrea Garzón Montoya contesta:

“Si, cogería el espejo plano y buscaría una fuente de luz cercana a la cama, pongo el espejo bajo la luz y trato de darle dirección al reflejo que se forma para iluminar bajo la cama, pero pienso que no es una luz expandida sino focalizada”

Otro ejemplo es el siguiente:

Con base a la situación de la figura 2 contesta señalando con una “x” en el cuadro de la izquierda, cuál es para ti la mejor explicación sobre por qué vemos la manzana. Dibuja sobre la figura 2 las líneas y rayos de luz que consideres necesarios para aclarar tus ideas.

La estudiante Valentina Flórez Álvarez contesta y dibuja:

- Vemos porque la miramos.
- Vemos porque el ojo envía «la mirada» hacia la manzana.
- Vemos porque de ella sale una imagen (o una especie de reflejo) que llega hasta el ojo.
- Vemos porque de ella sale una imagen y el ojo envía «la mirada».
- Vemos porque la luz que sale de ella llega hasta el ojo.

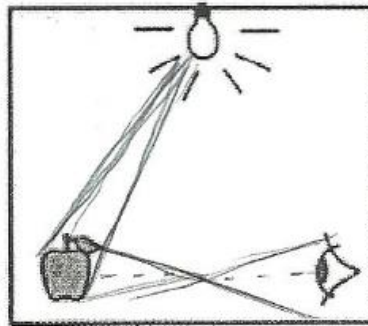


Figura 2

Ilustración 20 Ilustración de la estudiante Valentina Flórez

RESULTADOS

Para el correcto análisis de las respuestas de los estudiantes, se divide el TCOG en dos partes:

- a. la primera parte la componen las ocho primeras preguntas. Son preguntas abiertas en las cuales los estudiantes tienen absoluta libertad de redactar sus impresiones y concepciones sobre la situación planteada. En algunos casos se solicita dibujar para aclarar las ideas. Dicho esto se puede concluir que los estudiantes en general, tienen las siguientes ideas:
- La luz viaja en línea recta. No hay ninguna alusión a la idea de la luz como onda. En algunos casos se menciona la “dispersión” como sinónimo de amplitud de los rayos de luz

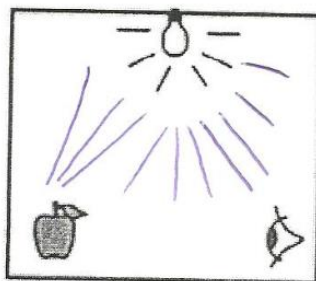


Ilustración 21 Modelo de propagación de la luz estudiante Valentina Flórez

- Todos los estudiantes consideran la necesidad de la luz reflejada en los objetos para que se puedan ver.
 - La idea de que la luz “rebota” (refleja) es generalizada. Suponen que hay superficies que reflejan la luz, como el vidrio.
 - No hay ninguna idea sobre el cambio en la velocidad de propagación de la luz al cambiar de medio. Ninguna de las explicaciones expresadas se acerca al concepto científicamente aceptado.
 - Todos los estudiantes consideran que el agua funciona como una lupa y hace ver los objetos más grandes.
- b. la segunda parte la componen dos preguntas (9 y 10) que indagan sobre la idea que tienen los estudiantes de ¿por qué vemos? y ¿cómo se ve a través de una lente? Debían marcar una sola respuesta lo que permite que sean agrupadas en

correctas e incorrectas. Es de notar que la pregunta 10 se subdivide en cuatro numerales donde en el numeral “a” se exigía dibujar. Los resultados fueron:

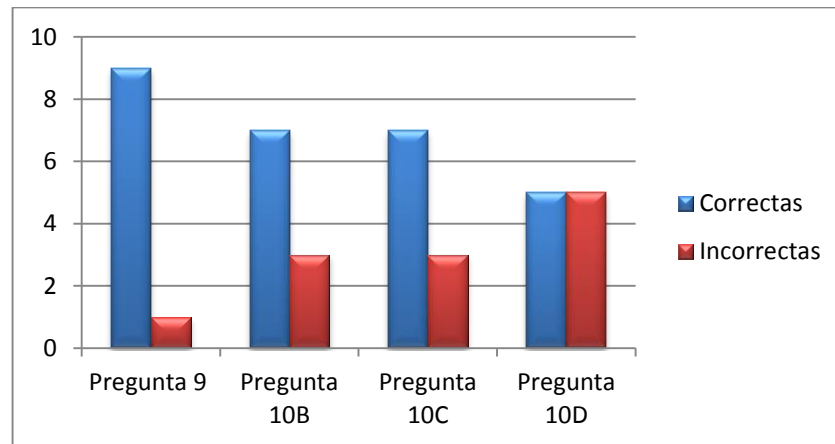


Tabla 8 Resultados de indagación previa (Test conceptual de óptica geométrica TCOG)

De la indagación en estas dos últimas preguntas quedan claras las siguientes ideas de los estudiantes:

- Consideran que la luz atraviesa los lentes en línea recta. Dibujan para ejemplificar su posición “rayos de luz”
- Algunos estudiantes consideran que para la generación de la imagen se necesita una “pantalla” donde se vea la misma.

3.6 Intervención de aula con el ciclo ALOP

3.6.1 Primeras actividades con el ciclo ALOP

Siguiendo la línea de trabajo establecida en la propuesta ALOP, y pasada la fase de “discusión en pequeños grupos” se pasa a la fase de “observación de experimentos y comparación de los resultados de éstos con las predicciones” (Sokoloff, Mazzolini, Maquiling, Lakshminarayanan, Culaba, & Lakhdar, 2006)

Se implementó la guía de trabajo PRIMER INSTRUMENTO DE EXPERIMENTACIÓN Y SÍNTESIS (Anexo B). Los estudiantes acudieron a las aulas de laboratorio de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, y desarrollaron las actividades propuestas con mucha emoción y buena actitud.



Ilustración 22 FOTO 2 Actividad experimental con lentes

Se dividieron en grupos de dos estudiantes cada grupo con las posibilidades de material de trabajo. La consecución de los instrumentos se considera de fácil acceso para cualquier institución educativa: lentes divergentes y convergentes que se consiguieron a muy bajo costo en una óptica de la ciudad; velas, espejos convexos y cóncavos: los primeros obtenidos de partes en desuso de carros y los segundos se pueden obtener de cucharas metálicas pulimentadas y brilladas. Velas, hojas de papel blanco y mantequilla, reglas y porta lentes que pueden ser remplazadas por soportes hechos de cartón o madera. En general, se probó que con pocos recursos económicos se puede armar la actividad experimental necesaria. Los objetivos del instrumento de EXPERIMENTACIÓN Y SÍNTESIS eran básicamente dos:

- Permitir la manipulación dirigida de elementos básicos de óptica (lentes y espejos) para que los estudiantes llegaran a observar y concluir la relación existente entre esos elementos ópticos y la generación de imágenes.
- Discutir entre esas pequeñas comunidades de experimentadores las conclusiones y descubrimientos realizados para afianzar y fijar los conceptos ópticos analizados.

Actividad N°1 ESPEJOS PLANOS



Ilustración 23 FOTO 3 Actividad experimental con espejos planos

El acercamiento al espejo plano y las condiciones ópticas que se observan fue fructífero. Las respuestas fueron coincidentes y esclarecedoras, finalizando con demostraciones de entendimiento de los fenómenos encontrados. La siguiente tabla resume las respuestas de los estudiantes:

N° DE PREGUNTA	RESPUESTA	OBSERVACIONES
1	<i>Igual tamaño</i>	
2	<i>La imagen se ve más pequeña mientras más lejos se esté del espejo</i>	Algunas parejas mencionan el hecho de coincidir con el fenómeno de la pequeñez de las estrellas. Están muy lejos.
3	<i>Izquierdo</i>	
4	<i>Al revés</i>	

Tabla 9 Respuestas a la Actividad N°1 ESPEJOS PLANOS

Conclusión: Los estudiantes abordaron la práctica con mucho interés. Es evidente que la interacción con los objetos concitó en ellos mucha curiosidad invitándolos a no declinar en la actividad. Los estudiantes quedan enterados del concepto de VIRTUALIDAD en un espejo plano.

Actividad N°2 ESPEJOS CÓNCAVOS Y CONVEXOS



Ilustración 24 FOTO 4 Actividad experimental con espejos cóncavos y convexos

La actividad generó gran curiosidad y asombro. Algunos de los estudiantes se acercaban por primera vez a este tipo de espejos. Con mucha atención y rigurosidad siguieron las indicaciones y recomendaciones para el trabajo. Siempre preguntaron e hicieron intervenciones que evidenciaron la aceptación de los fenómenos por ellos observados. Las respuestas fueron nuevamente coincidentes, aunque algunos usaron diferentes palabras para señalar sus descubrimientos. En la siguiente tabla se describen algunas respuestas:

N° DE PREGUNTA	RESPUESTA	OBSERVACIONES
1	<i>La imagen se ve de mayor tamaño y al revés</i>	
2	<i>La imagen se ve de tamaño normal, fuera del espejo y al revés</i>	
3	<i>La imagen se ve más lejos y pequeña</i>	
4	<i>Cóncavo: se ve la imagen reflejada en la hoja pero de</i>	

	<i>manera contraria (al revés) y más grande o más pequeño dependiendo del enfoque</i>	
	<i>No, sólo con el cóncavo</i>	
5	<i>Los cóncavos producen imágenes reales, y los planos y convexos producen imágenes reales</i>	

Tabla 10 Respuestas a la Actividad N°2 ESPEJOS CÓNCAVOS Y CONVEXOS

Conclusión: El tocar y experimentar con los espejos cóncavos y convexos causó mucha inquietud e inclusive alegría. Observar la llama de la vela “fuera” del espejo causó conmoción. La visión generada de “pequeñez” y “lejanía” en el espejo convexo concitó reflexiones sobre la conveniencia y maneras de uso de estos espejos. Los estudiantes demostraron claridad sobre la diferencia entre imagen REAL y VIRTUAL, además de diferenciar con claridad cuáles espejos producen unas y otras imágenes.

Actividad N°3 LENTE POSITIVA

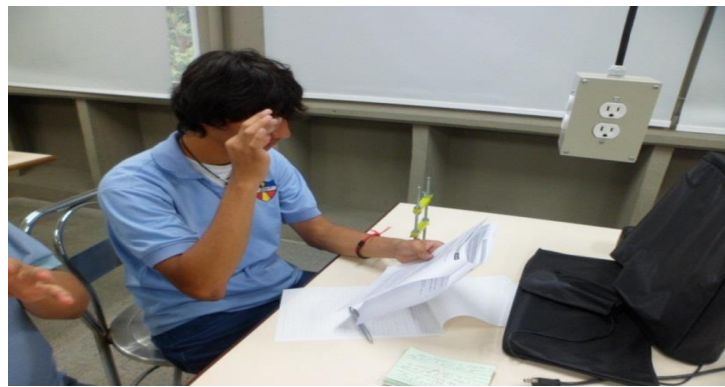


Ilustración 25 FOTO 5 Actividad experimental con lentes positivas

La primera actividad propuesta de “palpar” la lente fue seguida por cada uno de los estudiantes. Inmediatamente identificaron y señalaron que se sentía “más gordita en el centro”. Luego los estudiantes se dedicaron a desarrollar la actividad propuesta con

mucha rigurosidad. Las primeras cuatro actividades hacen referencia a un análisis cualitativo de la experimentación. Las respuestas en general son convergentes.

En algunos casos aparecen respuestas diferentes pero se explican por alguna observación poco rigurosa del fenómeno. En la siguiente tabla se muestran algunas respuestas:

N° DE PREGUNTA	RESPUESTA	OBSERVACIONES
1	<i>Iguales</i>	
2	<i>La imagen aumenta concentrándose en el centro hasta determinado punto en el que la imagen se torna borrosa</i>	
3	<i>Girando la lente sobre su propio eje siguen viéndose igual las letras</i>	<i>Una pareja afirmó ver que la imagen se mueve hacia el lado que se gira la lente</i>
4	<i>Se ve invertida</i>	

Tabla 11 Respuestas a la Actividad N°3 LENTE POSITIVA (cualitativa)

Conclusión: Los estudiantes muy minuciosamente desarrollaron las actividades. No aparecieron distracciones, y todos completaron la actividad. Mostraron mucho cuidado con la manipulación de las lentes. Les queda claro la posibilidad de ver objetos con un aparente mayor tamaño a medida que se alejan con la lente positiva y verifican que a determinada distancia el objeto se ve borroso. Los estudiantes introducen en sus explicaciones el concepto de ENFOCAR haciendo clara referencia a la posibilidad de observar con nitidez el objeto observado a través del cristal.

Las siguientes cinco actividades hacen referencia a un tratamiento cuantitativo de la experimentación. Los estudiantes se mostraron colaborativos y atentos a la hora de hacer los cálculos necesarios. Se familiarizaron, en discusión entre profesor y grupos de trabajo, con los conceptos de DIOPTRÍAS y FUENTES DE LUZ DISTANTES. La siguiente tabla muestra las respuestas y rangos de resultados encontrados:

N° DE PREGUNTA	RESPUESTA	OBSERVACIONES
Actividad numerada con viñeta	<i>Si es posible encontrar la imagen.</i> Encuentran distancias focales: 21 cm <distancia focal<25 cm	Todos los grupos convierten correctamente las medidas de centímetros a metros
1	<i>Se logra conseguir una imagen sobre la pantalla nítida de manera invertida</i> Encuentran distancias focales: 28 cm <distancia focal<32 cm <i>Imagen real, invertida y más pequeña</i>	
2	<i>Se logra conseguir una imagen sobre la pantalla nítida de manera invertida</i>	
3	<i>Si, hay que moverla</i> Encuentran distancias focales: 50 cm <distancia focal<53 cm	
4	<i>Mas cerca, más pequeña, es invertida</i>	

Tabla 12 Respuestas a la Actividad N°3 LENTE POSITIVA (cuantitativa)

Conclusión: La experiencia de “sacar” la imagen y proyectarla en la pantalla fue un evento importante en la actividad. Todos disfrutaron del movimiento de la llama en la pantalla. Se discutió mucho entre los grupos de práctica las posibilidades de uso de las lentes y varios llegaron al acuerdo de replicar la experiencia en sus casas con gafas propias o de familiares. En su discurso los estudiantes muestran entender las posibilidades de generación de imagen REAL en pantallas y sobre todo de invertir esas imágenes como ocurre en cámaras fotográficas y telescopios. En una pequeña

discusión posterior se llega a la conclusión que si se combinan lentes es posible invertir las imágenes.

Actividad N°4 LENTE NEGATIVA



Ilustración 26 FOTO 6 Actividad experimental con lentes negativas

Como al inicio de la actividad anterior, los estudiantes se familiarizaron con la lente palpando la misma. Encontraron rápidamente la diferencia con la lente positiva expresando “lo flaca que era al centro”. Con cuidado fueron tratadas las lentes, el uso de los “porta lentes” fue adecuado. La actividad se desarrolló con mayor agilidad por la experiencia acumulada. Es de notar que las respuestas en esta actividad fueron menos elaboradas porque la actividad ya se acercaba a la hora y media algunos estudiantes se sentían cansados. Algunos se distraen de la actividad. Las cinco primeras actividades hacen referencia a un tratamiento cualitativo de la experimentación. En el siguiente cuadro se expresan algunas de las respuestas de los estudiantes:

N° DE PREGUNTA	RESPUESTA	OBSERVACIONES
1	<i>La imagen se ve más pequeña y derecha</i>	
2	<i>No hay movimiento</i>	
3	<i>Son más pequeñas y derechas</i>	

4	<i>A medida que levantamos la lente de la página, las letras se ven más pequeñas</i>	
5	<i>La imagen se ve derecha, clara y pequeña</i>	
Observaciones cuantitativas con lentes negativas		
1	<i>No se logra formar una imagen ya que la lente no lo permite (negativo)</i>	
2	<i>No es posible porque son lentes negativas</i>	

Tabla 13 Respuestas a la Actividad N°4 LENTE NEGATIVA

Conclusión: A pesar que los estudiantes mantenían una buena actitud se sentían cansados. Queda en evidencia que las actividades experimentales deben ser programadas con su justa medida para evitar largas jornadas. Los estudiantes encontraron las diferencias entre las lentes positivas y negativas. A los estudiantes les queda claro que con las lentes negativas no pueden proyectar imágenes.

3.6.2 Segunda actividad con el ciclo ALOP

Se inicia la segunda actividad de la propuesta de enseñanza con el SEGUNDO INSTRUMENTO DE PREDICCIÓN – DISCUSIÓN (Anexo C) En ella se pretende identificar los conceptos de los estudiantes sobre la REFLEXIÓN y REFREACCIÓN DE LA LUZ. Se compone de cuatro situaciones de carácter cotidiano donde los estudiantes deben solucionar algunas preguntas con las “supuestas” herramientas que tienen en sus manos. Las respuestas señaladas por las parejas (cinco parejas en total) de estudiantes se muestran en los siguientes gráficos:

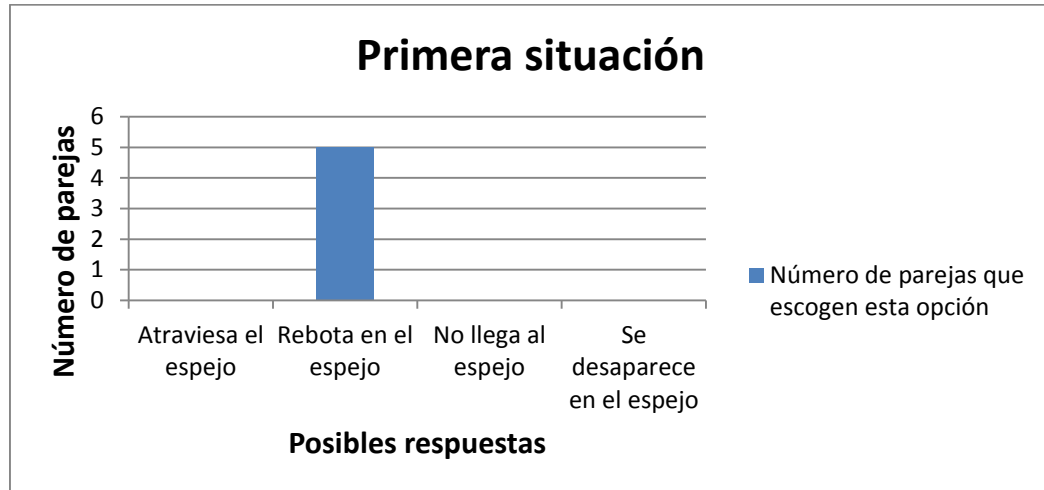


Tabla 14 Respuestas a la segunda actividad PREDICCIÓN-DISCUSIÓN. Primera situación

Conclusión: todos los estudiantes señalan una idea clara de REFLEXIÓN del rayo. A ningún estudiante se le ocurre la posibilidad de atravesar lo que da cuenta de su relación práctica con el hecho del “rebote” de la luz. En la discusión no se aprecia ningún elemento alterno sobre el hecho.

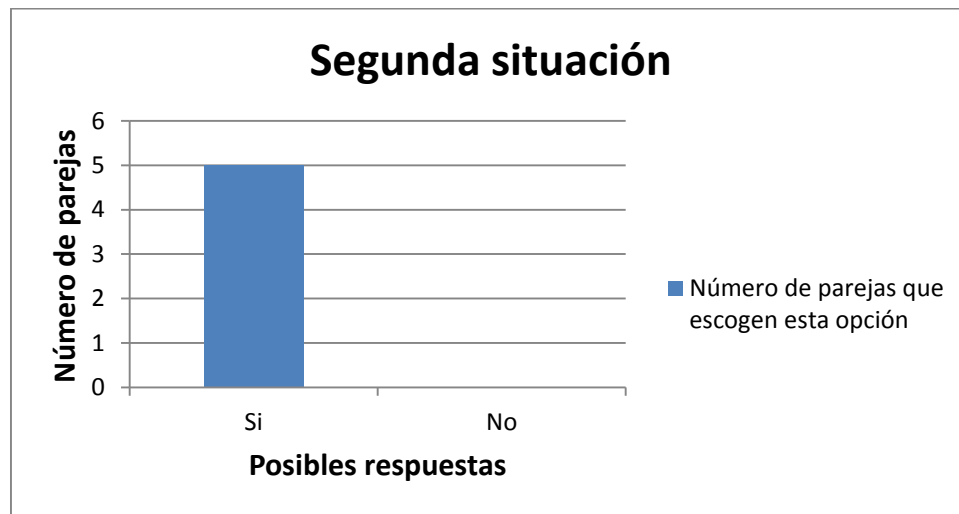


Tabla 15 Respuestas a la segunda actividad PREDICCIÓN-DISCUSIÓN. Segunda situación

Conclusión: todas las parejas sin excepción consideran que la luz tiene posibilidad de “rebotar”. En este caso ya insinúan la relación angular que debe existir entre la entrada y la salida del rayo de luz. Todas las parejas hacen gráficos que representan

un espejo ubicado de tal manera que el rayo de luz rebote en él y finalmente llegue a la pared. Ninguna pareja plantea la imposibilidad del objetivo de la situación.

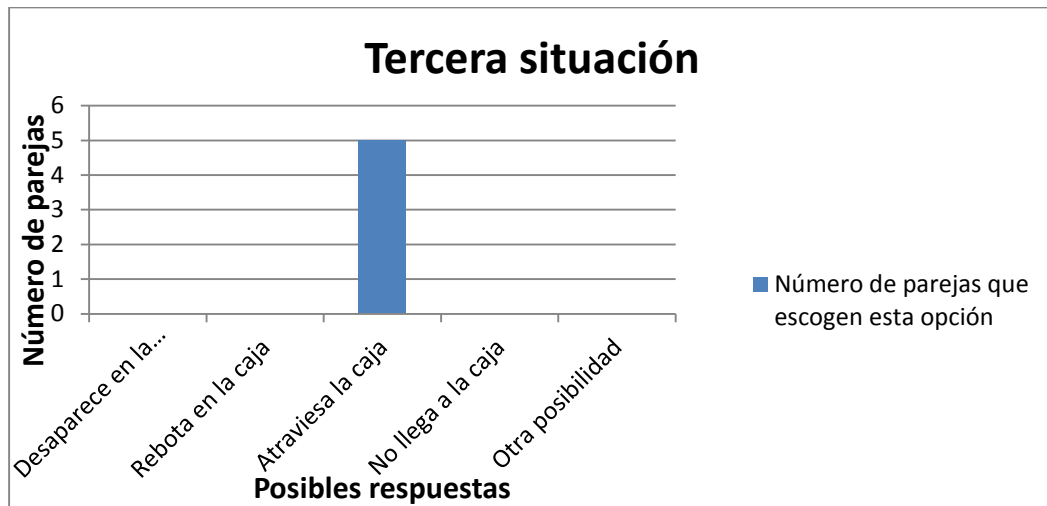


Tabla 16 Respuestas a la segunda actividad PREDICCIÓN-DISCUSIÓN. Tercera situación

Conclusión: Los estudiantes consideran que hay superficies que permiten el paso de la luz sin mayor obstáculo. Tienen claro que hay unas superficies reflectoras y otras que no. La “transparencia” del objeto les dice mucho sobre la imposibilidad del rebote. No se hace ninguna mención sobre lo que le pasa al rayo “mientras” atraviesa la caja. No hay comentarios de alguna posible “desviación” del rayo.

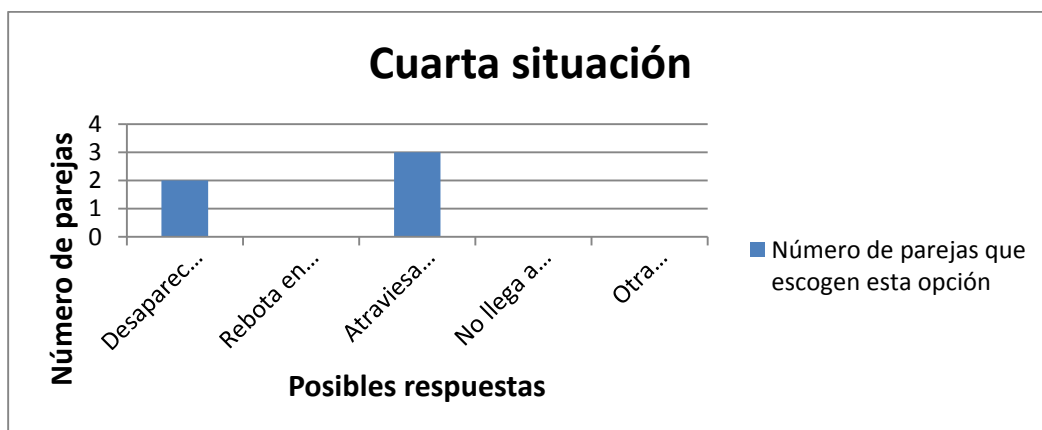


Tabla 17 Respuestas a la segunda actividad PREDICCIÓN-DISCUSIÓN. Cuarta situación

Conclusión: Los estudiantes ya no son tan homogéneos en sus respuestas cuando se considera un fluido dentro de la caja. En discusión posterior algunos estudiantes señalan la posibilidad “de que el agua absorba” el rayo de luz. Otros optan por aducir

que “el agua como la caja son transparentes” y que por lo tanto el rayo de luz debe atravesar la caja. Ninguno plantea posibilidades de que el rayo de luz cambie de dirección durante su paso a través de la caja.

Ahora se trabaja en el desarrollo experimental con unos elementos considerados de bajo costo como: transportadores, reglas, espejos. Cajas transparentes (se utilizan cajas en las que es posible transportar alimentos), laser de bajo costo, cartulina, etc.



Ilustración 27 FOTO 7 Actividad experimental REFRACCIÓN DE LA LUZ

Los estudiantes se dividieron en cinco parejas y resolvieron las actividades previstas en el SEGUNDO INSTRUMENTO DE EXPERIMENTACIÓN Y SÍNTESIS (Anexo D) en medio de un buen ambiente. Las discusiones entre las parejas fueron constantes y de gran altura. En general los estudiantes disfrutaron de la actividad. En la siguiente tabla se muestran algunas de las respuestas de los estudiantes:

Observaciones cualitativas		
N° DE PREGUNTA	RESPUESTA	OBSERVACIONES
1	<i>Viaja en línea recta. Porque el elemento es transparente. No obstruye la luz</i>	
2	<i>El punto sube aproximadamente 3cm arriba del punto original.</i>	En general los grupos observaron el cambio en el lugar del rayo que se ve en la pantalla. Algunas parejas señalan que el “agua es más densa que el aire”. Es de notar que el concepto de densidad lo trabajan en noveno grado.

3	<i>Si es posible. El láser se refleja al revés: si apunto desde la derecha se dirige hacia la izquierda</i>	En general los estudiantes escogieron el dibujo para dar razón de sus conclusiones.
----------	---	---

Tabla 18 Respuestas al SEGUNDO INSTRUMENTO DE EXPERIMENTACIÓN Y SÍNTESIS (cualitativo)



Ilustración 28 FOTO 8 Actividad experimental REFRACCIÓN DE LA LUZ

Observaciones cuantitativas		
N° DE PREGUNTA	RESPUESTA	OBSERVACIONES
4		Actividad de dibujo
5		Actividad de dibujo
6		Actividad de dibujo
7		Actividad de dibujo
8	<p>a. Los ángulos cambian</p> <p>b. El agua porque suponemos que es más densa que el aire</p> <p>c. El primer ángulo sin agua es de 58° y el segundo ángulo, con la caja llena de agua es de 45°</p> <p>d. El agua cambia la dirección de la luz</p> <p>e. Las personas en la piscina, lápiz en un vaso de</p>	Las discusiones fueron fructíferas. Todos entendieron que lo que ocurre es un cambio de medio.

	<i>agua. Hay un cambio de medio</i>	
9	<p>a. <i>No. Ya que con el mismo ángulo entrante es reflejado saliendo igual como entra.</i></p> <p>b. <i>Cuando nos miramos en el espejo y el láser porque hay igualdad en el ángulo</i></p>	Los ángulos encontrados variaron entre parejas. Todos usaron ángulos de entrada y salida diferentes.
10	<p><i>Como actúan los cambios de medio (refracción) cuando lo atraviesa una luz</i></p> <p><i>Entendimos el verdadero significado de la refracción</i></p> <p><i>Aprendimos a diferenciar los diferentes tipos de lentes y espejos y la importancia de los ángulos en estos elementos</i></p> <p><i>Aprendimos que la luz tiene mucho que ver con el ojo humano y cómo la percibimos</i></p>	

Tabla 19 Respuestas al SEGUNDO INSTRUMENTO DE EXPERIMENTACIÓN Y SÍNTESIS (cuantitativo)



Ilustración 29 FOTO 7 Actividad experimental REFRACCIÓN Y REFLEXIÓN DE LA LUZ

4.RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 Conclusiones

La metodología ALOP que se implementó en la enseñanza de la óptica en el colegio Salle Bello permitió observar que:

- Las recomendaciones hechas desde el MEN de Colombia en sus lineamientos curriculares hacia los maestros de Física para la enseñanza de la misma, concuerda perfectamente con las “maneras” e intenciones planteadas en la metodología ALOP por parte de la UNESCO.
- El modelo ALOP exige una reorientación de las herramientas didácticas usadas por los profesores en las aulas de clase. Se evidenció en particular un gran cambio en la programación de las actividades de aula por parte del profesor cuando tuvo que organizar y disponer un aula con los elementos necesarios para la actividad.
- Supremamente interesante y significativa resultó ser la actividad de PREDICCIÓN que hace parte del ciclo PODS. La idea que los estudiantes señalen previamente a la experimentación sus ideas sobre los eventos a estudiar, generó gran impacto conceptual cuando se comparó lo predicho con lo experimentado.
- El bajo costo de los materiales necesarios para las actividades jugó un papel fundamental en el éxito del ciclo PODS. Todos los materiales sin excepción fueron adquiridos a muy bajo costo y quedaron como herramientas para próximas actividades experimentales de la institución.

En cuanto al aprendizaje previo y posterior que los estudiantes tienen sobre óptica geométrica se puede concluir que:

- Previamente los estudiantes participantes en la investigación, mostraron tener conocimientos bastante intuitivos sobre conceptos como: luz, reflexión, superficies reflectoras, lentes (ver pre test) en general los estudiantes mostraron alguna cercanía con los conceptos. Luego del ciclo completo de PODS se evidenció un aprendizaje de los conceptos tratados en las actividades (ver post test).
- Los estudiantes estimaron sobre manera las actividades experimentales. A pesar de ser un colegio de estrato 3 y 4 los laboratorios no se usan con asiduidad. La mayoría de estudiantes evidenciaron una gran disposición y buena actitud a la hora de enfrentar las actividades.
- De gran importancia resultó ser la actividad con el espejo cóncavo, porque en ella se logró VER lo que se conoce como una imagen real. En las actividades previas se presentó gran dificultad en la conceptualización de dicho evento. Los espejos planos que son los que en general se tiene acceso no permiten VER dicha imagen.
- Los fenómenos de reflexión y refracción de la luz quedaron evidentemente entendidos. Particularmente el asunto del CAMBIO DE MEDIO. Para este evento se usaron elementos básicos y cotidianos (una caja transparente para llevar alimentos y un láser de juguete) que lograron impactar y hacer comprender el fenómeno de REFRACCIÓN.
- Otro aprendizaje que se logró por parte de los estudiantes fue el de la clara diferenciación entre lentes positivos y negativos. Hasta ahora había sido imposible para el profesor, en cursos anteriores, hacer comprender la diferencia entre DIVERGER y CONVERGER.

En cuanto la visión del profesor se puede concluir que:

- Aprendí que las actividades experimentales son fundamentales para una correcta apropiación de los conceptos de la física. Siempre se deben implementar actividades de este tipo en las clases de física.
- El ciclo PODS planteado por la metodología ALOP es suficientemente bueno como para trasladarlo a las aulas y los laboratorios en otras temáticas propias de la física.
- Se debe tener cuidado con los tiempos destinados a las actividades experimentales. En alguna actividad se trabajó más de una hora y media y los jóvenes estudiantes

mostraron cansancio y desinterés en los últimos momentos. Considero que una hora y cuarto son tiempo suficiente para el desarrollo adecuado de las actividades.

Luego de la puesta en común de las visiones y resultados de las investigaciones sobre los mismos temas (Óptica) llevados a cabo en las instituciones educativas: Pablo Neruda (PN) de carácter oficial ubicada en el barrio Santa Cruz la Rosa (estratos 1 y 2), Agustiniانو de San Nicolás (ASN) de carácter privado ubicado en el barrio Aranjuez (estrato 3), ambos de la ciudad de Medellín y Salle Bello (SB) de carácter privado ubicado en el municipio de Bello (estratos 3 y 4); se llega a las siguientes conclusiones:

- Es evidente que la formación previa de los estudiantes de la SB en la asignatura de Física desde el grado noveno, representa una ventaja considerable en la apropiación de los conceptos tratados con respecto a los estudiantes de las otras dos instituciones.
- Los estudiantes de las tres instituciones mostraron aprendizajes de las temáticas pero en menor medida en la institución PN particularmente en lo atinente al concepto de refracción.
- Existe un limitante importante para el aprendizaje de los conceptos físicos en las instituciones PN y ASN relacionado con la falta de espacio (laboratorios) para desarrollar las actividades experimentales. En ninguna de las instituciones cuentan con dicho espacio.
- La intensidad horaria de las instituciones PN y ASN es de dos horas semanales y en la SB es de tres horas semanales, elemento fundamental para un desarrollo adecuado de las temáticas.
- Las respuestas expresadas por los estudiantes del PN muestran menor elaboración conceptual que las expresadas por los estudiantes de la SB. “el lápiz aumenta de tamaño por la presión del agua”

4.2 Recomendaciones

Se realizan las siguientes recomendaciones a maestros y profesionales de la educación que lean y decidan replicar el presente trabajo:

- Es importante darle un espacio prudente a la etapa de PREDICCIÓN. En esta etapa y la discusión que alrededor se forma, se generan los posibles aprendizajes a los que se llegarán.

- Cuando se desarrollan las actividades de OBSERVACIÓN (actividades experimentales) se debe tener en cuenta el tiempo empleado en ello. La experiencia señala que los jóvenes estudiantes luego de una hora continua de trabajo tienden a perder concentración y se distraen con facilidad.
- Las actividades experimentales planteadas en este trabajo se consideran DE BAJO COSTO. Todos los elementos usados son de muy fácil consecución y no representan una inversión mayor en términos de dinero.
- Los grupos de trabajo en los que se activa el ciclo PODS no deben superar los tres integrantes. La experiencia muestra que más integrantes implica desconcentración y falta de empeño en el desarrollo de la experiencia.
- Es indudable que el ciclo PODS se puede aplicar y replicar en cualquier temática del ámbito de la física. Se invita a los profesionales de la educación a implementar el ciclo en sus clases particulares y si es posible en los demás ámbitos de las ciencias naturales (biología y química)
- La percepción final que nos queda es que los recursos económicos y el acceso a las nuevas tecnologías y los recursos mínimos escolares, influyen de manera definitiva en los aprendizajes de los estudiantes. A pesar de que son seres humanos inteligentes y con ganas de aprender, los recursos a su alcance tan limitados los ubica en un mundo de necesidades que pone el aprendizaje y su ambiente en un segundo plano. Los profesores que trabajamos en sectores de la ciudad donde las necesidades económicas se evidencian en la labor diaria, nos debemos comprometer a exhortar y alentar a los estudiantes a luchar por sus sueños y metas. Además estamos en la obligación de incorporar un discurso propositivo que muestre las bondades del aprendizaje de las ciencias. Esperamos que la vida nos permite aportarle a todos eso jóvenes y niños víctimas de las circunstancias, una luz de esperanza en sus vidas desde las ciencias.

A. Anexo: Actividad inicial PREDICCIÓN - DISCUSIÓN



Actividad inicial PREDICCIÓN - DISCUSIÓN

Nombre: _____

Grado: _____

La siguiente actividad tiene como propósito identificar aquellos conceptos previos al estudio de la formación de imágenes con lentes.

INSTRUCCIONES: al final de la actividad esta hoja será recogida con la única intención de verificar y tabular los conceptos que tienes sobre LUZ Y FORMACIÓN DE IMÁGENES, no hay respuestas buenas ni malas. Todas las situaciones deben ser leídas y reflexionadas con detenimiento. Debes hacer tus predicciones ajustado siempre a tus conocimientos o ideas del fenómeno tratado. Anexo a este formato recibirás hojas suficientes para que plantees tus respuestas. Aunque no es un examen, por cuestiones temporales tendrás media hora para responder la actividad. En la siguiente media hora, y en parejas, discutirán y pondrán en común las predicciones hechas por cada uno. Finalmente y cuando el maestro lo indique se escucharán las predicciones e ideas de todos.

Materiales:

- Vasos transparentes con agua.
- Esferas de hidrogel.
- Lápices.
- Espejos planos.
- Monedas.

1. Al observar un atardecer o la luz que pasa a través de la ventana de tu salón, ¿qué trayectoria crees que describen estos rayos?
2. Imagina que estás en tu habitación iluminada y de pronto tus llaves cayeron bajo la cama. ¿Será posible, con ayuda de un espejo plano, iluminar bajo la cama para encontrar las llaves? ¿Cómo lo harías?
3. ¿Crees que para ver un objeto, es necesario que este se encuentre iluminado? ¿Por qué?
4. Cuando nos encontramos en un acuario, nos recomiendan que para tomarle fotos a los peces se debe desactivar la luz que emiten las cámaras fotográficas conocidas como el flash, no porque la luz afecte la salud de los peces sino porque la fotografía queda con un resplandor luminoso ¿Por qué crees que pasa esto?
5. Al sumergir parcialmente un lápiz en un recipiente con agua, ¿Cómo se ve el lápiz? ¿qué crees que ocurre allí?



6. Al sumergir una moneda en un vaso de agua la ves ¿más grande o más pequeña? ¿más cerca o más lejos?
7. Desde la posición donde se encuentra el «ojo» no se puede ver el objeto del fondo del recipiente (figura 1), pero si se llena con agua sí puede verse. ¿Qué crees que ocurre allí? Realiza un dibujo para apoyar tu respuesta.

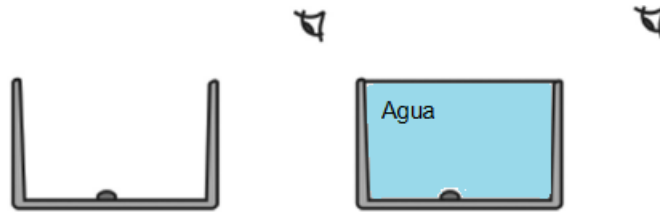


Figura 1.

8. ¿Por qué crees que las esferas de “hidrogel” sumergidas en agua no se observan a simple vista y cuando se extraen del recipiente es posible observarlas?
9. Con base a la situación de la figura 2 contesta los numerales a. y b.

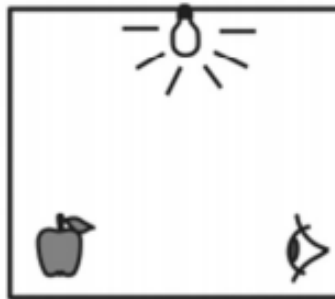


Figura 2

- a. Después de leer con atención las siguientes frases, señala con una “X” en el cuadro de la izquierda, cuál es para ti la mejor explicación sobre por qué vemos la manzana:
- Vemos porque la miramos.
 - Vemos porque el ojo envía «la mirada» hacia la manzana.
 - Vemos porque de ella sale una imagen (o una especie de reflejo) que llega hasta el ojo.
 - Vemos porque de ella sale una imagen y el ojo envía «la mirada».

- Vemos porque la luz que sale de ella llega hasta el ojo.
- Si no estás de acuerdo con ninguna de las anteriores completa la frase: Vemos porque...

b. Dibuja sobre la “figura 2” las líneas y rayos de luz que consideres necesarios para aclarar tus ideas.

10. Con una lente como la de una lupa podemos ver la imagen de un objeto iluminado sobre una pantalla (en figura 3 se representa este fenómeno, que es similar al que ocurre cuando usamos un proyector y podemos ver la imagen de una diapositiva en una pantalla).

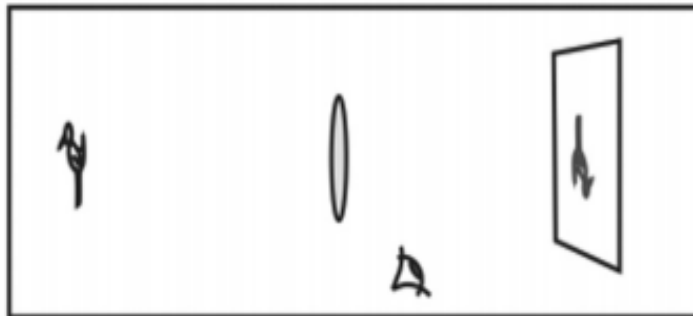


Figura 3

a) ¿cómo crees que se forma la imagen que vemos en la pantalla? Dibuja allí los rayos que creas necesarios.

En las situaciones b) c) y d) señala con una “X” en el cuadro de la izquierda la respuesta que consideres correcta:

b) Si alejamos la pantalla de esa posición, ¿qué cambios crees que se producirán en la imagen?

- Se verá de mayor tamaño.

- Se verá de menor tamaño.
- No se verá
- Se verá de igual tamaño.
- Otra respuesta.....

c) Si quitamos la lente, ¿qué cambios crees que se producirán en la imagen?

- La imagen seguirá existiendo pero no se verá.
- La imagen seguirá existiendo y se verá.
- No existirá la imagen.
- Otra respuesta.....

d) Si quitamos la lente, ¿qué cambios crees que se producirán en la imagen?

- La imagen seguirá existiendo pero no se verá.
- La imagen seguirá existiendo y se verá.
- No existirá la imagen.
- Otra respuesta.....

B. Anexo: Primer instrumento de experimentación y síntesis



ACTIVIDAD Nº 1 ESPEJOS PLANOS

MATERIALES

- Espejo plano

PROCEDIMIENTO:

1. Póngase frente a un espejo plano.
¿La imagen que observas en el espejo, es de igual tamaño que tú, más grande o más pequeña?
2. Aléjese del espejo. ¿Qué cambios notas en la imagen?
3. Cierre su ojo derecho. ¿el ojo que cierra la imagen en el espejo es el izquierdo o el derecho?
4. En una hoja de papel escriba varias letras. Considerando las letras escritas: ¿la imagen obtenida está derecha o al revés? ¿Qué puede significar esto?

ACTIVIDAD Nº 2 ESPEJOS CÓNCAVOS Y CONVEXOS

MATERIALES

- Espejo cóncavo
- Espejo convexo
- Hoja de papel
- Vela
- Fósforos

Nota: una imagen real, es aquella que puede proyectarse sobre una pantalla (pared, hoja de papel, etc.), mientras que una imagen virtual se forma por la proyección de los rayos reflejados, solo es visible ubicando el ojo en la dirección de los rayos y no puede ser “impresa” en una pantalla

1. Encienda la vela y acerque el espejo cóncavo a ella. ¿Cómo se ve la imagen en el espejo?
2. Ahora acerque el espejo cóncavo hasta que la imagen se encuentre “sobre la vela” ¿Dónde se ve la imagen? ¿dentro o fuera del espejo?
3. Acerque el espejo convexo a la vela ¿Cómo se ve la imagen?
4. Intenta proyectar la imagen de la vela en una hoja de papel, utilizando cada uno de los espejos. ¿es posible hacerlo con ambos? ¿es imposible? ¿es posible solamente con uno de los espejos? ¿Cuál de ellos?
5. De acuerdo a lo experimentado, ¿Qué tipos de espejos producen imágenes reales? ¿Cuáles producen imágenes virtuales?

ACTIVIDAD Nº 3 LENTE POSITIVA

MATERIALES Y EQUIPO

- Fuente de luz muy distante o fuente de luz colimada (para simular un objeto distante)
- Vela
- Juego de lentes esféricas positivas marcadas con su potencia refractiva
- Cinta métrica o regla
- Porta lentes
- Pantalla

Observaciones cualitativas con lentes positivas

Seleccione una lente esférica positiva con una potencia de 5 D. Verifique que es una lente esférica positiva deslizando sus dedos sobre la superficie de la lente- ¿es gruesa en el centro y disminuye el espesor en los bordes?— ¿Se siente la misma sensación en todas las direcciones, desde el centro hacia el borde de la lente?

1. Coloque la lente sobre la hoja impresa, describa en términos del tamaño, como se ven las letras.
2. Observe las letras a medida que aleja la lente de la página acercándola al ojo.
¿Observa algunos cambios en la imagen vista a través de la lente? Si es así, describa estos cambios.
3. Gire la lente sobre su propio eje.

¿Ve algún movimiento? Si así es, describa el movimiento.

4. Sostenga la lente cerca de su ojo, hasta que la vela ubicada sobre la mesa se vea claramente (un objeto distante). ¿La imagen aparece derecha o invertida?

Observaciones cuantitativas con lentes positivas

Tome la misma lente (5D) utilizada anteriormente. Ponga la lente y la pantalla sobre el portante.

- Disminuya la intensidad de la luz en el cuarto e intente encontrar una imagen nítida de una fuente de luz distante (paisaje visto desde la ventana) sobre la pantalla, acercando o alejando la lente de la pantalla. ¿Es posible hacer esto? Si así es, mida la distancia entre la lente y la pantalla. Por definición, esta es la *distancia focal* de la lente.

Distancia focal= _____ cm = _____ m

- Ahora encienda la vela y ubíquela enfrente de la lente a una distancia de esta de 1.5 veces la distancia focal. Intente formar una imagen sobre la pantalla moviendo la pantalla hacia delante o hacia atrás de la lente.
1. ¿Puede conseguir una imagen nítida sobre la pantalla? Mida esta distancia: _____ cm.

NOTA: Recuerde que una imagen formada por rayos de luz reales convergiendo sobre una pantalla es llamada una *imagen real*.

2. ¿Es la imagen *real* o *virtual*? ¿Derecha o invertida? ¿El tamaño de la imagen es más grande o más pequeño en la pantalla?
3. Repita con una lente de 3D. Haga que la distancia entre la lente y la fuente de luz distante sea la misma que la anterior. ¿Para ver la imagen real, tendrá que mover la lente? Si es así ¿Cuál es la distancia focal? _____ cm.
4. Ponga la vela a 90 cm de la lente ¿La imagen se forma más cerca o más lejos de la lente? ¿Es la imagen más grande o más pequeña que la producida por una lente de 5D? ¿Es la imagen ahora derecha o invertida?

ACTIVIDAD Nº 4 LENTE NEGATIVA

MATERIALES Y EQUIPO

- Fuente de luz muy distante o fuente de luz colimada (para simular un objeto lejano)

- Vela
- Juego de lentes esféricas negativas marcadas con su potencia refractiva.
- Cinta métrica o regla
- Porta lentes
- Pantalla

Observaciones cualitativas con lentes negativas

Tome una lente esférica negativa. Verifique que es una lente negativa deslizando sus dedos sobre la superficie de la lente. ¿Es delgada en el centro y gruesa en los bordes? ¿Se siente este mismo cambio en el espesor en cualquier dirección en que se deslicen sus dedos?

1. Ahora sostenga la lente sobre esta página impresa aproximadamente a un brazo de distancia de la misma. Describa lo que observa a través de la lente.
2. Gire la lente sobre su eje.
¿Ve algún movimiento? Si así es, describa el movimiento
3. Seleccione una lente esférica con una potencia de $-5D$. De nuevo observe esta página impresa, pero esta vez sosteniendo la lente a una distancia de tan solo unos 10-15 cm de la misma.
¿Son las letras grandes o pequeñas? ¿Derechas o invertidas?
4. Observe las letras mientras levanta la lente de la página y hacia el ojo.
¿Qué cambios observa en la imagen? Descríbalos.
5. Sostenga la lente a la longitud del brazo y mire hacia un objeto lejano.
¿La imagen aparece derecha o invertida? ¿Borrosa o clara? ¿Qué puede decir de su tamaño?

Observaciones cuantitativas con lentes negativas

Tome una lente esférica negativa con una potencia de $-3D$. Disminuya la luz del cuarto y, en la porta lentes, ponga la lente entre la vela y la pantalla.

1. Intente formar con la lente una imagen real moviendo la lente hacia atrás y hacia adelante, acercándola y alejándola del objeto.
¿Logra formar una imagen nítida sobre la pantalla? Si puede, describa la imagen. Si no puede, ¿puede explicar por qué no pudo hacerlo?
2. Repita el experimento con otra lente negativa, pero de potencia mayor ($-5D$).
¿Puede formar una imagen sobre una pantalla? ¿Por qué si o por qué no? ¿Son sus observaciones semejantes a las realizadas en el punto anterior?

C. Anexo: Segunda actividad PREDICCIÓN – DISCUSIÓN Reflexión – Refracción de la luz



Segunda actividad PREDICCIÓN – DISCUSIÓN REFLEXIÓN – REFRACCIÓN DE LA LUZ

Nombres:

Grado: _____

La siguiente actividad tiene como propósito identificar aquellos conceptos previos al estudio de la REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN DE LA LUZ.

INSTRUCCIONES: al final de la actividad esta hoja será recogida con la única intención de verificar y tabular los conceptos que tienes sobre EL COMPORTAMIENTO DE LA LUZ CUANDO CAMBIA DE MEDIO, no hay respuestas buenas ni malas. Todas las situaciones deben ser leídas y reflexionadas con detenimiento. Debes hacer tus predicciones ajustado siempre a tus conocimientos o ideas del fenómeno tratado. Anexo a este formato recibirás hojas suficientes para que plantees tus respuestas. Aunque no es un examen, por cuestiones temporales tendrás media hora para responder la actividad. En la siguiente media hora, y en parejas, discutirán y pondrán en común las predicciones hechas por cada uno. Finalmente y cuando el maestro lo indique se escucharán las predicciones e ideas de todos.

Después de leer con atención las siguientes situaciones, señala con una "X" en el cuadro de la izquierda cuál es para ti la mejor explicación o sigue las instrucciones del enunciado:

1. Si apuntas con un rayo láser a un espejo plano, el rayo:

- Atraviesa el espejo
 Rebota en el espejo
 No llega al espejo
 Se desaparece en el espejo

2. Estás en una habitación con baja luminosidad con tu laser y un espejo plano. Evidentemente las cuatro paredes de la habitación son paralelas y te encuentras frente a una de ellas. Debes apuntar con tu laser a un punto cualquiera de la pared que se encuentra a tu izquierda, con la condición de que el rayo rebote primero en el espejo plano (REFLEXIÓN) ¿Será posible hacerlo? Si tu respuesta es SI, dibuja la situación para aclarar el asunto. Si tu respuesta es NO describe brevemente las razones de tu respuesta.

3. Tienes a tu disposición en la habitación mencionada, una caja cuadrangular transparente vacía, como las que se usa para empacar alimentos. Lanzas un rayo de luz láser hacia la caja. El rayo:

- Desaparece en la caja
 Rebota en la caja
 Atraviesa la caja
 No llega a la caja

- Otra posibilidad:

4. Tienes a tu disposición en la habitación mencionada, una caja cuadrangular transparente como las que se usa para empacar alimentos LLENA DE AGUA. Lanzas un rayo de luz láser hacia la caja desde el exterior de la misma. El rayo:

Desaparece en la caja

Atraviesa la caja

Rebota en la caja

No llega a la caja

Otra posibilidad:

Bibliografía

- Aristizábal Ramírez, D., & Restrepo Aguilar, R. .. (2008). *Notas de clase sobre fundamentos de óptica geométrica*. Universidad Nacional de Colombia.
- Augier, A. G., & Agueda García, A. M. (2000). Experiencias acerca de una maestría en ciencias en la especialidad de óptica . *Revista Cubana de Física Vol. 17, No.1-2*.
- Benítez, & Mora, C. (2011).
http://www.cudi.mx/aplicaciones/dias_cudi/10_11_24/Cesar_Mora.pdf.
- Dini, A. L. (2001). http://www.fing.edu.uy/if/cursos/intr_optica/.
- ICFES, I. C. (2007). *Fundamentación conceptual Área de Ciencias Naturales*.
- l'Educaió, I. d. (2008). *El aprendizaje activo. Una nueva forma de enseñar y aprender*.
- Ley General de Educación*. (1994). Santa Fe de Bogotá D.C.
- MEN, M. D. (11 de febrero de 2002). *Decreto 230* .
- MEN, M. D. (1998). *Lineamientos curriculares para Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. Santa Fe de Bogotá: Magisterio.
- MEN, M. D. (2004). *Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales*. Santa Fe de Bogotá.
- OSUNA GARCÍA, L., MARTÍNEZ TORREGROSA, J., CARRASCOSA ALÍS, J., & VERDÚ CARBONELL, R. (2007). *Planificando la enseñanza problematizada: el ejemplo de la óptica geométrica en educación secundaria*.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2005). *Física para ciencias e ingeniería (Sexta ed., Vol 2)*. International Thomson Editores, S. A.
- Sokoloff, D., Mazzolini, A., Maquiling, J., Lakshminarayanan, V., Culaba, I., & Lakhdar, Z. (2006). *Aprendizaje activo de óptica y fotónica. Manual de entrenamiento*. UNESCO.

Stipich, M. S., & Henao, B. L. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las ciencias experimentales. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias (Vol. 7 N° 1)*.

UNESCO. (2006). *Manual de entrenamiento, Aprendizaje activo de óptica y fotónica*.