



**PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA FORMACIÓN
DE IMÁGENES CON LENTES DELGADAS MEDIANTE ACTIVIDADES
EXPERIMENTALES APOYADAS EN LAS NTIC. ESTUDIO DE CASO EN
LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA PAZ, LA CEJA.**

LILIANA PATRICIA BOTERO OTÁLVARO

Universidad Nacional de Colombia

Facultada de Ciencias

Medellín, Colombia

Año: 2018

**PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA FORMACIÓN DE
IMÁGENES CON LENTES DELGADAS MEDIANTE ACTIVIDADES
EXPERIMENTALES APOYADAS EN LAS NTIC. ESTUDIO DE CASO EN LA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA PAZ, LA CEJA.**

LILIANA PATRICIA BOTERO OTÁLVARO

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director(a):

Fermín Rafael Álvarez Macea

M. Sc. En Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Medellín, Colombia

Año: 2018

Agradecimiento

A Dios

Resumen

Propuesta didáctica que plantea una serie de actividades experimentales a partir de simulaciones que permitan el aprendizaje significativo de los conceptos asociados a la formación de imágenes por refracción en estudiantes de grado undécimo, de tal manera que partiendo de su cotidianidad, los estudiantes puedan interactuar con su propio conocimiento y obviar su alcance por simple transferencia de un docente. Se diseñó un curso en Moodle para asociar secuencialmente los esquemas que trae cada estudiante con el concepto de la refracción de la luz. Cada actividad busca simular el comportamiento de los rayos de luz mediante la aplicación SimulPhysics y posteriormente recrearla con láminas acrílicas, lentes y apuntadores láser. Para validar la propuesta, se utiliza el *factor Hake* que permite medir la ganancia del aprendizaje comparando la situación inicial y final de los estudiantes en torno al tema trabajado.

Palabras clave: Enseñanza de la física, NTIC, SimulPhysics, constructivismo.

Abstract

The didactic proposal proposes a series of experimental activities based on simulations that allow the significant learning of the concepts associated with the formation of images by refraction in eleventh grade students, in such a way starting from their everyday life, students can interact with their own knowledge and obviate its scope by simple transfer of a teacher. A Moodle course is designed to sequentially associate the schemes that each student brings with the concept of light refraction. Each activity aims to simulate the behavior of light rays through the SimulPhysics application and later recreate it with acrylic sheets, lenses and laser pointers. To validate the proposal, the *Hake factor* is used to measure the learning gain by comparing the initial and final situation of the students around the subject worked.

Key words: Physics teaching, NICT, SimulPhysics, constructivism.

Contenido

Resumen	3
Abstract.....	4
Contenido	5
Índice de figuras.....	8
Índice de tablas	10
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I. DISEÑO TEÓRICO.....	12
1. Selección y delimitación del problema	12
1.2.1. Descripción del problema	12
1.3. Formulación de la pregunta	15
1.4. Justificación.....	15
1.5. Objetivos	16
1.5.1. Objetivo general	16
1.5.2. Objetivos específicos.....	16
1.6. Marco referencial	16
1.6.1. Referente Teórico.....	16
1.6.2. Referente Conceptual.....	22
1.6.3. Referente Legal	25
1.6.4. Referente Espacial	26
CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO	27
2.1. Enfoque	27
2.2. Método	28
2.3. Instrumentos de recolección de la información	29
2.4. Población y muestra.....	30
2.5. Impacto esperado	31
2.6. Cronograma	31
CAPÍTULO III. SISTEMATIZACIÓN DE LA INTERVENCIÓN	34
3.1. Resultados y análisis de la intervención	34
3.1.1. Encuesta de caracterización.....	34
3.1.2. Cuestionarios del Moodle y actividades experimentales	34
3.1.3. Nivel de ganancia en aprendizaje.....	50

3.1.4. Encuesta y opiniones de satisfacción	52
3.1.5. Experiencias alternas al desarrollo de la propuesta.	54
3.2. Conclusiones y recomendaciones.....	57
3.2.1. Conclusiones	57
3.2.2. Recomendaciones.....	59
REFERENCIAS	60

Anexos

Anexo A: Encuesta de caracterización.	63
Anexo B: Pretest - Postest.....	63
Anexo C: Preguntas orientadoras.....	71
Anexo D: Curiosidades ópticas.....	74
Anexo E: Reflexión de la luz.....	76
Anexo F: Refracción de la luz I.....	77
Anexo G: Refracción de la luz II.....	81
Anexo H: Lámina de caras paralelas I.....	83
Anexo I: Lámina de caras paralelas II.....	86
Anexo J: El prisma I.....	87
Anexo K: El prisma II.....	89
Anexo L: Propiedades focales de los sistemas formadores de imágenes.....	90
Anexo M: Sistemas formadores de imágenes.....	95
Anexo N: Microscopio y ojo humano.....	112
Anexo O: Encuesta de satisfacción.....	114

Índice de figuras

Figura 1. Percepción de cuestionario.	35
Figura 2. Percepción inicial 1.	35
Figura 3. Percepción inicial 2.	35
Figura 4. Primera respuesta de Estudiante 1.	36
Figura 5. Segunda respuesta de Estudiante 1.	36
Figura 6. Primera respuesta de Estudiante 2.	37
Figura 7. Segunda respuesta de Estudiante 2.	37
Figura 8. Primera respuesta de Estudiante 3.	37
Figura 9. Segunda respuesta de Estudiante 3.	38
Figura 10. Imagen de video 1, sesión 3.	38
Figura 11. Imagen de video 2, sesión 3.	39
Figura 12. Imagen de video 3, sesión 3.	39
Figura 13. Imagen de video 4, sesión 3.	39
Figura 14. Imagen de video 5, sesión 3.	40
Figura 15. Reflexión del rayo.	41
Figura 16. Conclusión escrita.	41
Figura 17. Uso de la aplicación en el móvil.	42
Figura 18. Uso del transportador.	43
Figura 19. Cálculo de refracción de la placa.	43
Figura 20. Cálculo de refracción de la placa 2.	44
Figura 21. Empleo del láser.	45
Figura 22. Medida del ángulo de incidencia.	45
Figura 23. Incidencia en el prisma.	47
Figura 24. Encuentro de la posición para conseguir un "arcoiris".	47
Figura 25. Lentes esféricas de SimulPhysics.	48
Figura 26. Placa biconvexa de acrílico.	49
Figura 27. Placas biconvexas de acrílico en SimulPhysics.	49
Figura 28. Trayectoria del rayo refractado.	49
Figura 29. Resultados del pretest.	51
Figura 30. Resultados postest.	52
Figura 31. Carta de Luisa Fernanda López.	53
Figura 32. Carta de Anderson Cano.	54
Figura 33. Descomposición de la luz blanca. Fotografía por Henry Campuzano.	54
Figura 34. Descomposición de la luz blanca 2. Fotografía por Henry Campuzano.	55
Figura 35. Descomposición de la luz blanca 3. Fotografía por Henry Campuzano.	55
Figura 36. Descomposición de la luz blanca 4. Fotografía por Henry Campuzano.	55
Figura 37. Fotografía para concurso de la UPB 1. Fotografía de Henry Campuzano. ...	56
Figura 38. Descripción de Henry Campuzano para el concurso de la UPB.	56

Figura 39. Fotografías para concurso de la UPB 2 y 3. Fotografía de Henry
Campuzano..... 57

Índice de tablas

Tabla 1. Normagrama	25
Tabla 2. Planificación de actividades.	32
Tabla 3. Cronograma de actividades por semana.....	33

INTRODUCCIÓN

En la institución educativa La Paz del municipio de La Ceja, los estudiantes comúnmente expresan la idea de que la Física es una asignatura poco práctica y obsoleta, en muchas ocasiones se le define como difícil, aburrida y lejana a su contexto, producto en muchas ocasiones de los modelos de enseñanza tradicionales que aún prevalecen.

Esta propuesta, busca didácticamente brindar una nueva perspectiva del estudio de la física, busca adoptar los procesos y recursos del contexto tecnológico en el que ahora están inmersos los estudiantes, un acercamiento al conocimiento científico a partir de cuestionamientos surgidos de la realidad inmediata de los estudiantes, que la Física sea un encuentro constante con los fenómenos del entorno cotidiano en que se mueven.

Desde el aprendizaje significativo propuesto por David Ausbel, se retoma la importancia que tiene la interacción de los conocimientos previos del estudiante con los nuevos aprendizajes y encontrar su significatividad, estableciendo una serie de actividades experimentales y cuestionarios para apropiarse de los conceptos en el aula y en cualquier espacio.

Durante la propuesta se analizaron de forma cualitativa los procesos de construcción y aprendizaje en torno a los conceptos de la óptica geométrica, también se analizó de forma cuantitativa el nivel de ganancia de aprendizaje de los estudiantes. El objetivo del análisis de esta no se centró en recoger datos y sistematizar; sino en conocer las relaciones que se tejieron durante la intervención y entender las reflexiones que cada situación traía consigo.

CAPÍTULO I. DISEÑO TEÓRICO

1. Selección y delimitación del problema

A partir de la observación en el ejercicio docente se encuentra que los estudiantes de media de la Institución Educativa La Paz presentan dificultades para la comprensión de la formación de imágenes por refracción de la luz.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Descripción del problema

Desde las reflexiones hechas en las asignaturas Orígenes de la Ciencia Moderna, Taller Experimental, Enseñanza de la Física: Ondas y Óptica, Taller TIC y Educación en Ciencias I y II, de la maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, surgen cuestionamientos frente a las prácticas de enseñanza de la física que se llevan al interior de las aulas.

En la primera asignatura, se identificó la relevancia que tiene conocer el origen y construcción de cada concepto para ser *transpuesto* en los procesos de enseñanza que se llevan al aula, modificar un contenido de saber para adaptarlo a su enseñanza (Chevallard, 2005). En la segunda y tercera asignaturas, se observó cómo a partir de actividades experimentales que incluyen el uso de nuevas tecnologías y aplicaciones de dispositivos móviles, es posible realizar mediciones de variables físicas que intervienen en los fenómenos ondulatorios, así como realizar simulaciones que permitan determinar y predecir la naturaleza de la imagen que se forma de un objeto en una lente a partir de la distancia a la que se ubique y de la concavidad de la lente.

En las últimas asignaturas se reflexionó en torno al uso de las NTIC (Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación) en el aula como herramientas dinamizadoras del aprendizaje de las ciencias en la medida que permiten la contextualización de conceptos en el aula; además, se encontró una forma diferente de interacción entre docentes y estudiantes, en tanto el docente puede crear puentes que

conduzcan al estudiante a indagar y profundizar en los conceptos trabajados en una clase.

De acuerdo con los lineamientos curriculares del área, propuestos por el Ministerio de Educación de Colombia (MEN, 1998), uno de los principales problemas en la enseñanza de las ciencias es la falta de perspectiva histórica y epistemológica que permita realizar transposiciones didácticas en clase. De hecho, al concebir la ciencia como una verdad absoluta o la realidad como algo ajeno a quienes científicamente la abordan, se cae en el error de asumir el conocimiento como algo acabado; consecuencia de ello es que en las aulas se presenta un conocimiento descontextualizado y que, en algunos casos, se comprende parcialmente transmitiendo una pequeña porción de lo que sólo algunas personas han sabido interpretar.

Los estándares básicos propuestos por el MEN muestran la importancia de desarrollar en los estudiantes habilidades que les acerquen a las actividades de un científico natural, habilidades que le permitan explorar hechos, analizar problemas, observar y recolectar datos. Para que los estudiantes de educación media adquieran un pensamiento crítico y creativo en torno a los fenómenos que experimenta en su cotidianidad, se pretende fomentar desde el MEN la formulación de preguntas sobre el uso de teorías científicas en determinados fenómenos, la formulación de hipótesis con base en el mundo de la vida, teorías, modelos científicos, identificación y medición de variables con métodos adecuados y el registro de estas para que tomen el conocimiento científico desde su naturaleza experimental y social, y no como algo mecánico, acabado y matematizado.

En los estándares básicos de Ciencias Naturales se expone que los estudiantes deben comprender la forma en que la luz se propaga a través de diferentes materiales y su representación geométrica a partir de rayos; además, se espera que el estudiante pueda hacer predicciones del fenómeno de la luz al chocar con una superficie reflectiva o al cambiar a otro medio. En realidad, los estudiantes de grado undécimo de la institución asocian la formación de imágenes con una propiedad característica de la superficie en la que se produce y ajena al comportamiento de la luz, teóricamente

definen los fenómenos de reflexión y refracción de la luz, pero no encuentran ninguna relación entre ellos y su contexto.

En el ejercicio docente se ha observado que algunos de los docentes de la institución se han limitado a presentar definiciones y “fórmulas” que son ajenas al entorno cotidiano en que se mueven sus estudiantes. Estos docentes han puesto como prioridad cumplir con un plan de área y responder a pruebas externas ignorando la propuesta que, desde los lineamientos curriculares del área de Ciencias Naturales, invita acercar al estudiante a un científico natural.

En la educación media se observa una problemática en la enseñanza de las ciencias que se atribuye a los docentes que no conciben su carácter constructivo, por lo que los estudiantes asumen la ciencia como la verdad absoluta que está acabada, definida y limitada; se asume también que la enseñanza de la física se reduce a los grados décimo y undécimo, puesto que en los grados previos no se establecen rutas para este aprendizaje científico. Al llegar al grado once, se pretende instruir la formación de imágenes en espejos y lentes asumiendo que los estudiantes han interiorizado los conceptos de reflexión y refracción de la luz, pero se crea una brecha entre el estudiante y el concepto, impidiendo que se comprenda el fenómeno y que se reduzca al manejo matemático de variables.

Los únicos recursos pedagógicos utilizados por los docentes de Física en la institución son los libros de texto que se proponen, textos tomados como recetario para el dictado e imposibilitan realizar unas transposiciones didácticas propias, con lo cual, impiden al estudiante aprender porque no hay cercanía con su contexto, no hay una adaptación práctica que permita asumir conceptos; sin contar que estos docentes asumen como texto guía ediciones desactualizadas, en el caso particular de la institución, emplean para sus clases un libro clave: Investiguemos 10 y 11 – Física (Villegas: 1986).

1.3. Formulación de la pregunta

¿Qué estrategias didácticas contribuyen a mejorar la comprensión de la formación de imágenes por refracción en los estudiantes del grado once de la Institución Educativa La Paz del Municipio de La Ceja?

1.4. Justificación

Una de las fallas del sistema educativo operante en la institución es absolutizar el uso de la palabra para el docente y, por lo tanto, el derecho al uso de la imaginación y de la construcción simbólica; esto, sumado a lo que paulatinamente venden los medios de comunicación y las estrategias de evaluación estatales, develan la imagen de una formación científica de verdades absolutas que termina por crear estructuras mentales alejadas de la creatividad y de la realidad inmediata del estudiante que, por nunca apropiarse de los conceptos, creará innecesario estos conocimientos.

La enseñanza de las ciencias naturales y, de manera especial, de la Física debe abandonar la mecanización de fórmulas y procedimientos para acercarse al contexto propio de los estudiantes, que cobre sentido y utilidad y que puedan considerar el entendimiento de la ciencia como un factor en la resolución de problemáticas en la sociedad en que están inmersos.

Así entonces, el estudio de las ciencias debe dejar de ser el espacio en el que se acumulan datos en forma mecánica, para abrirse a la posibilidad de engancharse en un diálogo que permita la construcción de nuevos significados. Por esta razón es importante invitar a los y las estudiantes a realizar análisis críticos del contexto en el que se realizan las investigaciones, así como de sus procedimientos y resultados.
(MEN, 2006, p.98)

Según lo anterior, esta propuesta plantea una serie de actividades experimentales que permitan el aprendizaje significativo de los conceptos asociados a la formación de imágenes por refracción en los estudiantes de grado once de la institución educativa La Paz, así, partiendo de su cotidianidad, ellos puedan construir

su propio conocimiento y obviar el alcance de este por transferencia de un docente motivando a la autonomía científica, que el estudiante observe, plantee, cuestione, experimente y proponga él mismo.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Diseñar una propuesta didáctica a partir del uso de las NTIC (nuevas tecnologías de la información y comunicación), como los dispositivos móviles, para comprender la formación de imágenes con lentes delgadas en los estudiantes del grado once de la institución educativa La Paz del municipio de La Ceja.

1.5.2. Objetivos específicos

- Identificar mediante la aplicación de un pretest los obstáculos que afrontan los estudiantes en la comprensión de la formación de imágenes por refracción en lentes delgadas al iniciar el proceso de intervención
- Aplicar una propuesta didáctica con actividades experimentales a partir del uso de dispositivos móviles, que orienten secuencial y significativamente el aprendizaje de la formación de imágenes por refracción de la luz.
- Determinar, a partir de la aplicación de un postest, los niveles de aprendizaje que alcanzan los estudiantes del grado once al desarrollar actividades experimentales que mediante simulaciones orientan la comprensión de la formación de imágenes en lentes delgadas.

1.6. Marco referencial

1.6.1. Referente Antecedentes

No se puede educar, si frente a la educación no se hacen reflexiones serias, que soporten sobre las actividades escolares, la comprensión, construcción y

deconstrucción del mundo que se habita. Se requiere entonces reflexionar sobre la práctica docente, los recursos que involucra en la enseñanza de las ciencias y el cómo atiende a la forma que aprenden los estudiantes en términos de sus necesidades y su contexto.

Los avances en ciencia y tecnología enfrentan al docente con un estudiantado capacitado y dispuesto a trascender las paredes del aula de clase para explorar los espacios virtuales que le permiten experimentar, inferir y construir conceptos; por tanto, es su deber atender a las ventajas que las NTIC traen al aprendizaje significativo de las ciencias.

De acuerdo con Romero y Quesada (2014, p. 103) “El empleo de simulaciones, laboratorios virtuales, visualizaciones o laboratorios remotos ha abierto un nuevo abanico de posibilidades en la búsqueda de contextos significativos para el aprendizaje del conocimiento científico”; acercando al estudiante a la experimentación propia de la ciencia mientras omite la falta de instrumentos de laboratorio en el aula.

Londoño (2016) realiza una propuesta didáctica para la enseñanza de las ciencias naturales a estudiantes de grado noveno a través de actividades experimentales mediante el uso de las NTIC. Encuentra que con la metodología empleada y con el uso de simulaciones y laboratorios virtuales como SimulPhysics y PhysicsSensor los estudiantes logran aprender significativamente conceptos como espectroscopia, teoría del color, microscopia y fotosíntesis; además, muestra cómo estas mismas herramientas rompen con la idea de que para aprender y experimentar en física se necesita de un laboratorio generosamente dotado de equipos.

Metaute (2018) plantea una estrategia didáctica mediada por las TIC para la enseñanza de la cinemática en estudiantes de grado décimo, en la que propone actividades experimentales simuladas en el SimulPhysics para PC y luego analizadas usando el software Video tracker de PhysicsSensor. El autor atribuye a estos programas tecnológicos la motivación y entusiasmo que tienen los estudiantes al estudiar los conceptos físicos, en tanto le generan más familiaridad, les permite ir a su

propio ritmo repitiendo una misma observación varias veces y no se ven obligados a utilizar internet.

Montoya (2018) presenta una propuesta didáctica para la enseñanza de la óptica geométrica a través de actividades experimentales mediadas con el software SimulPhysics Mobile Edition. En su trabajo, propone una serie de actividades en las que el estudiante simula la trayectoria que sigue un rayo de luz al incidir en otro medio translúcido y luego realiza el montaje experimental para recrear con material concreto aquello que ha simulado; esta propuesta es un punto de partida para el presente trabajo, en el que adicionalmente se proporcionarán videos explicativos de cada actividad a realizar y se dispondrán las actividades de simulación en cuestionarios montados en la plataforma Moodle, esto para que el aprendizaje de la óptica pueda no limitarse al trabajo en el aula.

En lo que respecta a la enseñanza propia de la óptica geométrica, algunos docentes expresan la importancia de mostrar en el aula, mediante actividades experimentales y sin priorizar el uso de ecuaciones, el comportamiento de los rayos de luz al experimentar refracción. Estos trabajos se inscriben en el proyecto ALOP (Aprendizaje Activo de Óptica y Fotónica) de la UNESCO que beneficia el estudio de la óptica, definiéndola como una ciencia que se puede hacer, que es básica para el desarrollo de la alta tecnología y que contribuye para el sustento de una emergente industrialización de países en desarrollo si se mejora su educación. UNESCO (2006).

Por ejemplo, Rojas (2011) plantea una propuesta didáctica para la enseñanza de los fenómenos de óptica geométrica a estudiantes de undécimo grado en la que pretende lograr la comprensión de la naturaleza y el comportamiento de la luz desde el modelo de rayos; para esto, emplea clases demostrativas interactivas y montajes experimentales con materiales de laboratorio a partir de los cuales los estudiantes pueden predecir resultados, discutir en grupos colaborativos y posteriormente construir conocimiento. Con esta intervención, el docente obtiene resultados satisfactorios sobretodo en términos de la motivación de los estudiantes.

Cano (2012) diseña e implementa una propuesta de enseñanza sobre la formación de imágenes a través de lentes y espejos desde la metodología ALOP en estudiantes de grado décimo y encuentra que el estudio de la óptica propicia espacios de discusión y reflexión en torno a la aplicación que tienen los instrumentos ópticos a nivel tecnológico

Tras concebir que la enseñanza de la física pasa de situar al maestro como único poseedor de conocimiento a enfrentarlo con la necesidad de cambiar estrategias de enseñanza y actividades, Vergara (2012) evalúa cómo los estudiantes de undécimo grado aprenden física adecuadamente prestando especial atención en el trabajo experimental que estimule su curiosidad y su motivación desde la óptica. Encuentra con la realización de actividades experimentales, una forma para que los conceptos asociados a la óptica puedan ser construidos por el estudiante a partir de su asociación con las ideas previas y la discusión entre equipos de trabajo colaborativo.

Lo antes expuesto muestra que se ha generado un gran interés respecto a las prácticas de enseñanza que promuevan un aprendizaje significativo de las ciencias, particularmente de los conceptos asociados a la óptica bajo la que se inscribe particularmente la formación de imágenes en lentes delgadas.

Es por esto cobra importancia el trabajo de grado “Propuesta didáctica para la enseñanza de la formación de imágenes con lentes delgadas mediante actividades experimentales apoyadas en las NTIC. Estudio de caso en la Institución Educativa La Paz, La Ceja”

1.6.2. Referente Teórico

En la propuesta planteada se utilizan actividades experimentales como estrategia didáctica y se inscribe bajo el paradigma constructivista con el fin de promover el aprendizaje significativo de los conceptos asociados a los fenómenos de la luz y la óptica geométrica tras haber dado unas primeras herramientas para lograrlo.

Al elaborar la propuesta, se ha tenido en cuenta que la forma en que aprenden los estudiantes ha ido cambiando con el entorno social en el que habitan y es entonces conveniente adoptar como premisa que los métodos de enseñanza tradicional no satisfacen, en su mayoría, a los estudiantes. El fácil y rápido acceso que tienen los jóvenes a la información, a las teorías y a los avances científicos impone como reto al docente la búsqueda de herramientas y métodos que trasciendan la pasividad de la simple transferencia de conocimiento. Es un reto, para quienes enseñan ciencias, formar estudiantes conscientes del continuo movimiento del mundo y de la naturaleza no acabada del conocimiento: críticos del acelerado avance tecnológico.

Como contraste a las prácticas de enseñanza tradicionales, surgen nuevos modelos que conciben al estudiante como protagonista de los procesos enseñanza y aprendizaje; en particular, el constructivismo, lo concibe como un sujeto con múltiples dimensiones y complejidad capaz de construir su propio conocimiento. El modelo constructivista parte del supuesto de que el conocimiento no se da por simple transferencia de un sujeto a otro, sino que debe construirse por el mismo estudiante (Chevallard, 2005). Cuando el docente expone los contenidos, impone de cierta manera su pensamiento, su sentimiento, su opinión y percepción del concepto estudiado y no deja espacio para la reflexión del cómo y por qué es posible construir o robustecer el conocimiento. En esta propuesta se retoma la necesidad de interactuar con los significados a través del intercambio de ideas en el aula, de establecer relaciones de intercambio y comunicativas lineales, sin burocracias sobre el conocimiento, fundamentándose en el lenguaje como vía para adquirir los significados, claro, en consideración de la conexión que hay en el habla y el desarrollo de conceptos (Vygotski, 1995).

Se concibe entonces el conocimiento como el resultado del proceso de interacción entre el estudiante y sus pares, proceso en el que el estudiante justifica, contrasta y expone sus ideas, creando estructuras explicativas en el conocimiento de un objeto, concepto o fenómeno. Bajo esta mirada sociocultural del conocimiento, el aprendizaje de las ciencias deberá estar inmerso en las relaciones sociales que se

puedan establecer entre un grupo de estudiantes en torno a un objeto de estudio (Ausubel, 1976).

En el proceso de construcción social de conocimiento ha de considerarse la actitud y predisposición del estudiante como condiciones necesarias para adquirir un aprendizaje significativo del concepto que se quiere enseñar. Para Ausubel, el estudiante presenta una estructura mental constituida que se va relacionando progresivamente con nuevos conceptos para construir o robustecer sus esquemas mentales; es así como, desde el constructivismo, el estudiante parte de las estructuras ya existentes para aprender o construir nuevos conocimientos siendo necesario que el docente utilice, dentro de su práctica pedagógica, organizadores previos que se ocupen de servir de conexión entre lo que el estudiante ya sabe y lo que debe aprender significativamente con el nuevo objeto de conocimiento (Moreira, 2012).

La interacción entre las nuevas estructuras mentales y las preestablecidas del estudiante, permiten el contraste de sus ideas con las teorías socialmente aceptadas; de esta manera, el estudiante encuentra las inconsistencias y limitaciones de sus argumentos y se ve obligado a modificarlos por unos que se sustenten y sobrevivan ante toda negación posible. Con esto y desde el pensamiento *ausubeliano*, es importante que el estudiante adquiera aprendizajes significativos que requieren de tres aspectos fundamentales: significatividad lógica del material, significatividad psicológica del material y actitud favorable (Bolívar, 2009).

La significatividad lógica del material implica que el material propuesto por el docente sea llamativo para el estudiante y creativo en la explicación del concepto; es por esto que la propuesta incluye el uso de dispositivos móviles como herramienta para el estudio de la formación de imágenes con lentes. La significatividad psicológica del material obliga la secuencialidad de las experiencias propuestas a los estudiantes en su proceso de aprendizaje, de manera que se propicie la conexión entre el concepto que se pretende aprender y los saberes previos que se tienen. Por último, es preciso que el docente propicie espacios que motiven al estudiante al aprendizaje, la actitud favorable del estudiante es necesaria para que se tenga un aprendizaje significativo del objeto de conocimiento. Está además la necesidad de docentes que se prueben a sí

mismos considerando una planificación de actividades en que se aborden temas prácticos que motiven al estudiante a la consulta y a la aplicación de lo recién aprendido, que asimile y compruebe.

Las actividades experimentales como estrategia didáctica promueven el aprendizaje significativo de las ciencias y, mediadas por dispositivos móviles, atienden a las significatividades anteriormente expuestas. Desde el enfoque constructivista, se propone que los procesos de enseñanza y aprendizaje deben atender a las características, necesidades y exigencias del entorno social en el que se desenvuelve el estudiante buscando desarrollar competencias en torno al conocimiento científico tales como las que enuncia el Ministerio de Educación Nacional en sus estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales (2006): el uso comprensivo del conocimiento científico, la explicación de fenómenos y la indagación. Con el desarrollo de estas competencias, se pretende formar estudiantes reflexivos, capaces de transformar sus estructuras mentales en pro de la construcción de nuevos conceptos.

1.6.3. Referente Conceptual

En las diferentes áreas del saber científico, las Ciencias Naturales tienen un papel fundamental en la descripción, modelación y predicción de fenómenos. Vincular conceptos y procedimientos permite dejar en evidencia la estrecha relación entre el saber científico y la cotidianidad del ser humano. Podemos tomar como ejemplo dos superficies como un vidrio y el cristal de unas gafas de uso diario: asemejar entre ambos la translucidez; entender el porqué de esa propiedad en lentes delgadas es una aplicación del saber científico en un objeto de interacción constante.

De acuerdo a la relevancia de las ciencias naturales, la Ley General de Educación (1994) le constituye como área obligatoria en el plan de estudio de la educación colombiana, en tanto los avances en el conocimiento científico de los fenómenos naturales surgen de la comprensión de leyes, el planteamiento de problemas y la observación experimental.

Uno de los fenómenos que se incluye en las mallas curriculares de física es el de la refracción de la luz y su enseñanza no es restringida a un solo nivel escolar; inicial e

intuitivamente se aborda desde la básica primaria al establecer comparaciones entre la cantidad de luz que dejan pasar algunos materiales y la forma en que se ven los objetos a través de ellos. Los estudiantes de tercer grado asocian cada tipo de material con su función en términos de la visibilidad de los objetos a través de ellos; un ejemplo de este planteamiento es situar delante de un niño un envase plástico y que vea a través de su superficie un objeto en particular, luego un vaso de cristal repitiendo ese breve procedimiento, así él puede notar que aunque esté mirando un mismo objeto su visión se verá afectada gracias a las dos superficies que ahora puede diferenciar.

El fenómeno de refracción es nuevamente abordado en la educación media, primero desde una mirada general, se define la refracción de las ondas como el cambio de dirección y velocidad de una onda al pasar de un medio a otro; esta definición se sustenta mediante esquemas geométricos de semejanza de triángulos que conducen a la ley de Snell.

Tras la definición de los fenómenos ondulatorios, se aborda el fenómeno de la refracción particularmente en la propagación de la luz como onda electromagnética. La ley de Snell se reformula en términos del índice de refracción de los medios en los que la luz ha experimentado el fenómeno; esta nueva forma de enunciación se corresponde con la definición del índice de refracción como la razón entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en el medio que se propaga.

La esencia y practicidad del concepto no varían de un nivel a otro, el fenómeno se puede asociar con iguales ejemplos en ambos grados, sin embargo, la explicación que se genera va ligada a la representación y modelación que se genera del mismo. Desde la óptica geométrica, que considera los objetos como conjuntos de puntos radiantes a partir del concepto de rayo, se establecen leyes para la reflexión y la refracción y la formación de imágenes en sistemas ópticos como los espejos y las lentes respectivamente.

Para entender la formación de imágenes con lentes se requiere comprender la forma en que los rayos de luz experimentan desviación al enfrentarse con un medio de propagación diferente, asociar la relación entre la concavidad de la lente y la distancia

a la que se ubica el objeto de la misma, entender el significado de la divergencia y la convergencia en función de la tendencia de los rayos de luz al cambiar el medio de propagación. Con esto el estudiante asemeja, por ejemplo, por qué los anteojos de una persona con cierta enfermedad usan una lente específica; allí, el fenómeno de la refracción cobra significado y responde a situaciones cotidianas y problemas interdisciplinarios. La refracción de la luz, presente en los lentes que usan los estudiantes, en las imágenes que se observan tras una ventana, tras una cortina, tras un frasco con agua o con aceite, transforma el sentido común en conocimiento científico.

El planteamiento de situaciones problema, su modelación con dispositivos móviles, comprobación con lentes y formalización matemática permite a los estudiantes confrontar sus vivencias con un lenguaje formal para abrir puertas a la apropiación del entorno que le rodea y a la transformación de la percepción.

La riqueza de este fenómeno y su presencia en el discurso de la óptica lo sienta como base para el aprendizaje de otros conceptos y aplicaciones. El estudiante que interactúe con el concepto, podrá dar cuenta del funcionamiento de los lentes que receta un optómetra, del funcionamiento de las cámaras, los microscopios, los telescopios, entre otros; así como también podrá establecer mecanismos de optimización para el uso de los mismos.

Desde el enfoque constructivista, se tiene que los procesos de enseñanza de los conceptos de la óptica geométrica deben atender a las características del entorno en el que se desenvuelve el estudiante, desarrollando competencias básicas tales como las evaluadas por entidades como el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación: el uso comprensivo del conocimiento científico, la explicación de fenómenos y la indagación (ICFES, 2013).

En atención al uso didáctico del conocimiento científico, el estudio de la formación de imágenes en lentes delgadas permite comprender y usar la óptica geométrica, al igual que simular y modelar situaciones problema con lentes

convergentes y divergentes, establece, explica y valida argumentos para comprender los fenómenos.

1.6.4. Referente Legal

Tabla 1. Normagrama

Normatividad	Texto de la norma	Contexto
<p>Artículo 1 Ley 115 de 1994. Objeto de la ley</p>	<p>La educación es un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana.</p>	<p>La educación en ciencias y para este caso la enseñanza de la física, contribuye a la formación integral de los estudiantes brindando elementos para desenvolverse en la sociedad.</p>
<p>Artículo 22 Ley 115 de 1994 Objetivos específicos de la educación básica en el ciclo de secundaria. Ciencias Naturales.</p>	<p>El avance en el conocimiento científico de los fenómenos físicos, químicos y biológicos, mediante la comprensión de las leyes, el planteamiento de problemas y la observación experimental.</p>	<p>A partir de la enseñanza de la formación de imágenes con lentes delgadas, se fomenta la comprensión de los fenómenos físicos y la construcción de conocimiento científico</p>
<p>Lineamientos curriculares para las ciencias naturales y la educación ambiental-</p>	<p>Se proponen para establecer horizontes que permitan ampliar la comprensión del papel del área en la formación integral de las personas, revisar tendencias actuales en los procesos de enseñanza y aprendizaje y establecer su relación con los logros asociados a cada nivel escolar.</p>	<p>Se plantea la descripción de la formación de imágenes por refracción a partir de simulaciones que dinamizan y dan significado al conocimiento construido.</p>

<p>Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales</p>	<p>Proponen como horizonte de acción de la formación en ciencias naturales las siguientes cuatro metas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Favorecer el desarrollo del pensamiento científico. ● Desarrollar la capacidad de seguir aprendiendo. ● Desarrollar la capacidad de valorar críticamente la ciencia. ● Aportar a la formación de hombres y mujeres miembros activos de una sociedad. 	<p>A partir del desarrollo de las actividades experimentales, se pretende acercar al estudiante a desarrollar habilidades y construir conocimientos que contribuyan no sólo es su formación académica, sino también en pro del entorno que habita.</p>
<p>Derechos básicos de aprendizaje. Ciencias Naturales. Grado once. Numeral 1.</p>	<p>Comprende la naturaleza de la propagación del sonido y de la luz como fenómenos ondulatorios (ondas mecánicas y electromagnéticas, respectivamente).</p>	<p>El aprendizaje de los conceptos asociados a la óptica geométrica, responden acertadamente a un saber que deben obtener los estudiantes en este nivel según el ministerio de educación nacional.</p>

1.6.5. Referente Espacial

La institución educativa en la cual se llevará a cabo el proceso de intervención y recolección de información está ubicada en el municipio de La Ceja, departamento de Antioquia (Colombia), es de carácter público, con dos sedes que atienden cerca de 2500 estudiantes en tres jornadas, dos diurnas y una nocturna. Por salón de clase hay un promedio de 48 estudiantes.

Académicamente, la Institución ha obtenido desempeño superior en las Pruebas Saber 11¹ durante los últimos años, con las áreas que evalúa el ICFES por encima de la media nacional. En particular, para el año 2017, obtuvo un promedio de 57% en la

¹ La **prueba ICFES**, ahora llamada **Saber 11°**, es una evaluación aplicada por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) con el objetivo de medir las destrezas adquiridas por los estudiantes durante su formación básica y media. La **prueba ICFES** (Saber 11°) está enfocada en determinar la habilidad de los estudiantes para la resolución de problemas aplicando lo aprendido en su etapa escolar. Por ésta razón es importante que el estudiante sea capaz de **comprender textos, leer tablas, plantear hipótesis, comprobar datos, con los cuales buscar respuestas a los problemas planteados.**

Copiado de <http://www.tupreicfesinteractivo.com/2011/07/que-es-la-prueba-icfes.html>

prueba de Ciencias Naturales que, aun estando por encima de la media nacional (52), es el área de más bajo desempeño para la institución.

El modelo pedagógico institucional es desarrollista, con John Dewey y Jean Piaget como principales exponentes, tiene como eje fundamental el aprender haciendo. Las experiencias de los estudiantes los conducen al progreso y desarrollo continuos, a evaluarse y evolucionar secuencialmente en sus estructuras cognitivas para alcanzar aprendizajes cada vez más elaborados.

La intervención es realizada con una muestra de 20 estudiantes, 14 hombres y 6 mujeres, sirviendo de reflexión para la enseñanza de la física en el aula regular de los estudiantes de básica y media.

CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1. Enfoque

Esta propuesta analiza de forma cualitativa los procesos de construcción y aprendizaje de los estudiantes en torno a los conceptos propios de la óptica geométrica y los sistemas formadores de imágenes. Se analiza también, de forma cuantitativa, el nivel de ganancia de aprendizaje con el factor Hake (Hake: 1998) y la aplicación de pruebas estandarizadas.

Bajo el enfoque cualitativo se inscriben diferentes modalidades, entre ellas el estudio de caso que sirve de ruta para la ejecución de esta propuesta. El estudio de caso permite el análisis de las particularidades de una población en función de identificar las modificaciones que cada individuo va teniendo en su proceso de aprendizaje; busca determinar cómo interactúa el sujeto con su contexto y así obtener información directa del mismo, registrar su conducta y evaluar su proceso. Stake (1999), de acuerdo al objetivo fundamental de un estudio de caso, identifica tres modalidades: instrumental, colectivo e intrínseco. El presente es un estudio de caso instrumental, se establecen relaciones y analizan a profundidad. El objetivo no se centra en recoger datos y sistematizarlos sino en conocer a profundidad las relaciones

que se tejen durante el proceso, entender las posibles causas y reflexiones en torno a lo sucedido (Stake, 1999).

La información analizada en el estudio de caso puede ser obtenida de diferentes fuentes, tanto cualitativas como cuantitativas, por lo que en el desarrollo de la propuesta se toman como fuente la observación directa y registrada en fotos y videos, el desarrollo de las guías, los resultados de test estandarizados y su comparación tras aplicarlos antes y después de la intervención.

2.2. Método

Este estudio de caso se desarrolla en cinco fases:

1. **Selección y definición del caso.** Se identifica y define el problema en el aprendizaje de la óptica geométrica, específicamente en la formación de imágenes en lentes delgadas. La identificación del problema se realiza a partir de los resultados obtenidos en ciencias naturales en pruebas externas como Pruebas Saber 11 y sus simulacros.
Se realiza un rastreo bibliográfico de los antecedentes sobre la enseñanza de la óptica geométrica, se busca un fundamento teórico en el cual respaldar la propuesta, en este caso el aprendizaje significativo inscrito bajo el enfoque constructivista.
2. **Formulación de la pregunta.** Con base en la temática se formula una pregunta y se establecen los objetivos generales y específicos de la propuesta, formulada en función de superar los inconvenientes a los que se enfrentan los estudiantes cuando modelan, describen y explican el cambio en la dirección de los rayos de luz al atravesar una lente.
3. **Recolección de la información.** Se crea un curso en la plataforma dispuesta por la Universidad Nacional de Colombia (**Moodle**) para proponer un curso extra-clase dirigido a los estudiantes que participan en la intervención de esta propuesta; en el curso se diseñan instrumentos de recolección de información como encuestas de caracterización, pre-test y post-test y guías.

4. **Análisis de la información.** Se sistematiza y analiza la información recogida en Moodle, resultado de las encuestas de caracterización, los informes elaborados por cada participante del grupo de estudio. Se comparan los resultados de la aplicación del pre-test y el post-test y se determina el valor de ganancia en el aprendizaje según el factor de Hake.

El factor de Hake permite estimar la ganancia del aprendizaje de los estudiantes sobre algún concepto, para esto es necesario aplicar una prueba antes y después de realizar la intervención con el grupo evaluado. Este factor está

determinado por $g = \frac{\%Postest - \%Pretest}{100 - \%Pretest}$ donde $\%Pretest$ y $\%Postest$

“corresponden al promedio del porcentaje de respuestas correctas de todo el grupo de estudiantes que presentaron las pruebas. Según Hake (Hake, 1998), la ganancia normalizada permite comparar el grado de logro de la estrategia educativa en distintas poblaciones, independientemente del estado inicial de conocimiento”

(Aristizábal, 2014)

De acuerdo con el valor obtenido se puede categorizar la ganancia de aprendizaje g como una ganancia normalizada promedio de nivel bajo (si $g < 0.3$), nivel medio (si $0.3 \leq g < 0.7$) o nivel alto (si $0.7 \leq g \leq 1$). (Ávila Torres, 2014).

5. **Elaboración de conclusiones.** En esta última fase se evalúa el alcance de la propuesta, se realiza un análisis cualitativo que permita reflexionar sobre el proceso de los estudiantes a partir de cada uno de los instrumentos aplicados y así determinar el impacto del uso de las NTIC en la enseñanza de la óptica geométrica

2.3. Instrumentos de recolección de la información

Para evaluar el impacto de la propuesta y dar respuesta a qué estrategias contribuyen a mejorar la comprensión de la formación de imágenes delgadas mediante actividades experimentales con NTIC se utilizarán los siguientes instrumentos:

- **Encuesta de caracterización.** Con la cual se quiere conocer el contexto social y familiar en el que se desenvuelve el grupo de estudiantes que conforman el grupo de estudio, indaga por aspectos como la edad, afinidad académica, utilización del tiempo libre, acceso a herramientas como tableta, teléfono inteligente y computador, entre otras cosas que permiten establecer un punto de partida para la elaboración de las guías a utilizar durante el proceso.
- **Videos y fotos.** Con los cuales se registra y analiza posteriormente la forma en que los estudiantes interactúan con sus pares y con las herramientas propuestas durante el proceso de intervención.
- **Pre test y post test.** Prueba que se aplica al iniciar y al terminar la intervención para establecer el nivel de ganancia en el aprendizaje de los estudiantes durante el proceso.
- **Cuestionarios y actividades experimentales.** Permiten evidenciar el grado de adquisición de los conceptos durante el proceso de intervención. Son una construcción secuencial, partiendo de los conocimientos previos a los nuevos, tal y como se plantea desde el punto de vista del aprendizaje significativo.

2.4. Población y muestra

La Institución Educativa La Paz cuenta con 176 estudiantes matriculados en el grado once cuyas edades oscilan entre los 15 y 18 años, están distribuidos en cuatro grupos (A, B, C y D) para una jornada académica que va en horario 12:00m – 6:20p.m. Una segunda distribución, diferente a la primera, los distribuirá en cuatro grupos de acuerdo a su modalidad técnica: Artes, Electricidad, Medio Ambiente y Sistemas o Informática; la jornada se ejecuta en horario 6:30 a.m. – 10:50 a.m. los días lunes, jueves y viernes.

Para la intervención se cuenta con veinte estudiantes del grado en mención que, voluntariamente y con autorización de sus acudientes, tienen disponibilidad en horario nocturno y que, sin tener dificultades en alguna otra asignatura, muestran interés en iniciar y culminar el proceso. La disponibilidad en horario nocturno y no tener dificultades académicas en otras asignaturas, son requisitos del rector para facilitar los espacios de intervención con los estudiantes.

Es característico en los estudiantes del grado once de la institución el deseo de participar en proyectos y cursos de formación académica que puedan robustecer los conocimientos que adquieren en su plan de estudios obligatorio, por lo que los estudiantes que voluntariamente se unen a la propuesta son abiertos y dispuestos a probar nuevas metodologías y enfrentar el reto de profundizar y construir autónomamente nuevos conocimientos.

2.5. Impacto esperado

Lo que el estudiante generalmente no olvida es el por qué de los fenómenos físicos y la propuesta busca instaurar en los estudiantes la disposición para encontrar en las NTIC una ayuda para explicar los fenómenos mencionados en pro de buscar nuevas explicaciones que robustezcan su saber.

Al finalizar la intervención, los estudiantes de grado once de la institución educativa La Paz tendrán una perspectiva diferente para abordar los conceptos propios de la óptica geométrica, más específicamente de la refracción de la luz y los sistemas formadores de imágenes.

Inductivamente, los estudiantes que participaron del proceso constituirán un punto de partida para extender la metodología de la propuesta al aula regular durante la clase de física; con esto se establecerá un sistema de monitorías en el cual se potenciará el aprendizaje cooperativo y el uso de las NTIC bajo el modelo constructivista.

2.6. Cronograma

A continuación la representación gráfica de las fases, objetivos y actividades con el propósito de visualizar de forma global las etapas del trabajo y dar cumplimiento a las mismas.

Tabla 2. Planificación de actividades.

Fase	Objetivos	Actividades
Selección y definición del caso.	Identificar y caracterizar metodologías para la enseñanza de la formación de imágenes en lentes delgadas.	1.1. Identificación y formulación del problema. 1.2. Revisión de puntajes en el área de Ciencias Naturales en pruebas externas e indagación de los procesos de enseñanza llevados al aula en la institución. 1.3. Revisión bibliográfica del referente teórico sobre aprendizaje significativo inscrito bajo el enfoque constructivista
Formulación de la pregunta.	Establecer el punto de partida y los objetivos que definirán la ruta de la propuesta.	2.1. Formulación de la pregunta. 2.2. Formulación de los objetivos general y específicos. 2.3. Diseño del cuestionario pre y postest 2.4 Motivación
Recolección de la información.	Construir y aplicar actividades experimentales a partir de la simulación de la trayectoria de un rayo de luz cuando cambia de medio.	3.1. Diseño y aplicación de encuesta de caracterización 3.2. Aplicación de pretest. 3.3. Creación del curso Formación de imágenes en lentes delgadas en Moodle 3.4. Diseño y construcción de cuestionarios en Moodle. 3.5. Desarrollo del curso Formación de imágenes en lentes delgadas. 3.7. Diseño y aplicación de encuesta de satisfacción. 3.8. Aplicación de pos-test
Análisis de la información.	Estimar la ganancia de aprendizaje lograda por los	4.1. Recolección, organización y sistematización de las encuestas y cuestionarios realizados

	estudiantes sobre el concepto de refracción de la luz en lentes delgadas.	4.2. Análisis de resultados
Elaboración de conclusiones.	Determinar el alcance de la propuesta de acuerdo con los objetivos planteados al inicio de esta.	5.1. Elaboración de conclusiones y recomendaciones

En la siguiente tabla se presentan los tiempos estimados para desarrollar cada una de las actividades propuestas en la tabla 3 sobre las fases del cronograma de actividades.

Tabla 3. Cronograma de actividades por semana.

Actividades	Semanas															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Actividad 1.1	X															
Actividad 1.2	X															
Actividad 1.3	X	X														
Actividad 2.1			X													
Actividad 2.2			X													
Actividad 2.3			X	X												
Actividad 2.4			X	X												
Actividad 3.1					X											
Actividad 3.2					X											
Actividad 3.3					X	X	X									
Actividad 3.4					X	X	X									
Actividad 3.5						X	X	X	X	X	X	X				

Actividad 3.7														X				
Actividad 3.8														X				
Actividad 4.1							X	X	X	X	X	X	X					
Actividad 4.2														X	X	X		
Actividad 5.1																X	X	

CAPÍTULO III. SISTEMATIZACIÓN DE LA INTERVENCIÓN

3.1. Resultados y análisis de la intervención

3.1.1. Encuesta de caracterización

Tras aplicar la encuesta de caracterización² se puede describir la muestra a tomar para la intervención de la propuesta.

Los estudiantes participantes hacen parte de las cuatro modalidades de la media técnica que ofrece la institución, cinco estudiantes por cada modalidad en un principio. La intervención se inicia con 14 hombres y 6 mujeres pero finaliza con 11 hombres y 2 mujeres, otras actividades propias de la institución para el grado once coincidían con las reuniones del grupo.

Al iniciar, los estudiantes manifiestan tener fácil acceso a internet, además de la posibilidad de conformar grupos de estudio luego de terminar su jornada. Al preguntar por el método llevado al aula para la comprensión de conceptos y por su papel en la construcción de conocimientos, es casi unánime la inconformidad manifestada, pocos se sienten agentes activos de la construcción de conocimiento.

3.1.2. Cuestionarios del Moodle y actividades experimentales

Para el desarrollo de la propuesta se plantean dieciséis sesiones en Moodle, distribuidas secuencialmente para abordar los conceptos de refracción de la luz y la

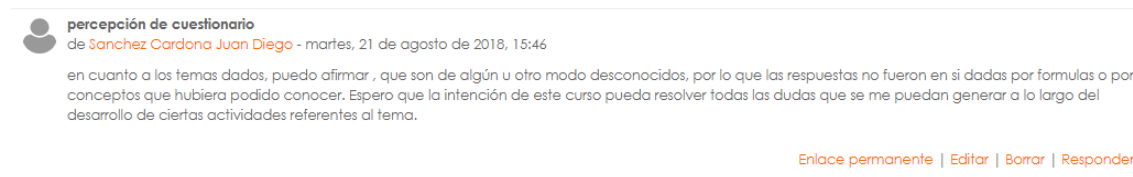
² Véase el anexo A.

formación de imágenes en lentes delgadas. El registro de las actividades propuestas se realiza de manera individual, sin quitar la posibilidad de realizar los procesos de forma colaborativa entre sus compañeros.

Para acceder al curso puede ingresar al siguiente enlace

<http://maescentics1.medellin.unal.edu.co/lpboteroo> con el usuario: invitadolentes y la contraseña: invitadolentes.123A

- **Sesión 1.** Se propone resolver la encuesta de caracterización antes mencionada, el cuestionario correspondiente al pretest y la participación en el foro donde expresan su percepción en torno al pretest resuelto.

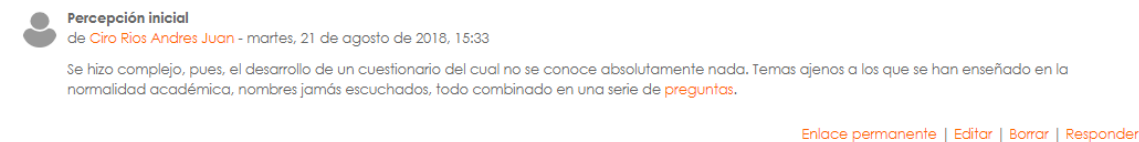


percepción de cuestionario
de [Sanchez Cardona Juan Diego](#) - martes, 21 de agosto de 2018, 15:46

en cuanto a los temas dados, puedo afirmar , que son de algún u otro modo desconocidos, por lo que las respuestas no fueron en si dadas por formulas o por conceptos que hubiera podido conocer. Espero que la intención de este curso pueda resolver todas las dudas que se me puedan generar a lo largo del desarrollo de ciertas actividades referentes al tema.

[Enlace permanente](#) | [Editar](#) | [Borrar](#) | [Responder](#)

Figura 1. Percepción de cuestionario.

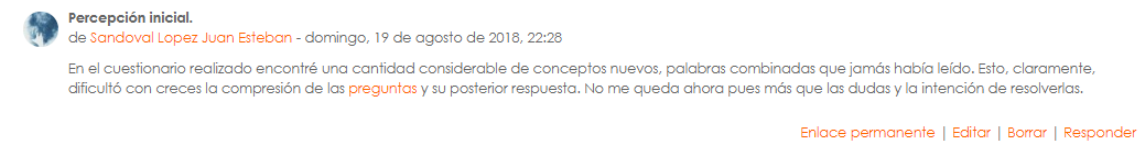


Percepción inicial
de [Ciro Rios Andres Juan](#) - martes, 21 de agosto de 2018, 15:33

Se hizo complejo, pues, el desarrollo de un cuestionario del cual no se conoce absolutamente nada. Temas ajenos a los que se han enseñado en la normalidad académica, nombres jamás escuchados, todo combinado en una serie de **preguntas**.

[Enlace permanente](#) | [Editar](#) | [Borrar](#) | [Responder](#)

Figura 2. Percepción inicial 1.



Percepción inicial.
de [Sandoval Lopez Juan Esteban](#) - domingo, 19 de agosto de 2018, 22:28

En el cuestionario realizado encontré una cantidad considerable de conceptos nuevos, palabras combinadas que jamás había leído. Esto, claramente, dificultó con creces la comprensión de las **preguntas** y su posterior respuesta. No me queda ahora pues más que las dudas y la intención de resolverlas.

[Enlace permanente](#) | [Editar](#) | [Borrar](#) | [Responder](#)

Figura 3. Percepción inicial 2.

Se observa que los estudiantes no comprenden los conceptos abordados en el pretest, sin embargo, es posible notar su motivación por aclarar este tipo de cuestionamientos.

Esta primera sesión no se desarrolla de forma presencial, por lo que no hay aun espacios para la observación e interacción entre los integrantes del grupo

- **Sesión 2.** Se proponen una serie de preguntas abiertas de situaciones cotidianas que tienen inmerso el fenómeno de refracción de la luz. Esta sesión se realiza de forma presencial, por lo que los estudiantes tienen la posibilidad de discutir entre ellos algunos de los cuestionamientos al momento de resolver el cuestionario.

El objetivo de este cuestionario³ es generar preguntas orientadoras a las que los estudiantes puedan dar respuesta durante el desarrollo del curso, por lo que tiene la posibilidad de realizar dos intentos con una duración de una hora y 30 minutos aproximadamente.

La intervención les permite a los estudiantes adquirir herramientas y nuevas formas de explicar el porqué de ciertos fenómenos. Es por esto que al comparar una primera respuesta (respuesta en el pretest) y una segunda respuesta (respuesta obtenida en el postest) frente a un mismo planteamiento, es posible notar avances positivos en la forma y en el contenido de la respuesta.

Imagine que usted está parado en la orilla de un lago y que ve un pez que nada a cierta distancia bajo la superficie del agua. Si usted quiere arponear el pez, ¿debe apuntar el arpón más arriba, más abajo, o directamente hacia la posición aparente del pez?
Si en cambio usted quiere usar un láser de alta potencia para matar y cocinar al pez simultáneamente, ¿hacia donde tendría que apuntar?

Para tirar el arpon debe apuntar hacia el pez, y para matarlo con el laser directamente y lo matara al instante

Figura 4. Primera respuesta de Estudiante 1.

Imagine que usted está parado en la orilla de un lago y que ve un pez que nada a cierta distancia bajo la superficie del agua. Si usted quiere arponear el pez, ¿debe apuntar el arpón más arriba, más abajo, o directamente hacia la posición aparente del pez?
Si en cambio usted quiere usar un láser de alta potencia para matar y cocinar al pez simultáneamente, ¿hacia donde tendría que apuntar?

Si quiero arponear el pez debo apuntar más arriba de la posición aparente del pez, porque gracias al fenómeno de refracción si apunto a la posición aparente de pez, fallaré, porque este no estará donde aparentemente se ve desde la superficie. Si quiero apuntar con un láser debo hacerlo hacia la posición aparente del pez, para que cuando la luz se refracte, el ángulo resultante del haz de luz incidente apunte en dirección al pez

Figura 5. Segunda respuesta de Estudiante 1.

³ Véase el anexo C

Puedes decir si una persona tiene miopía o hipermetropía al ver cómo su cara aparece en sus anteojos.
Si los ojos de una persona se ven aumentados, ¿la persona tiene miopía o hipermetropía?

no se

Figura 6. Primera respuesta de Estudiante 2.

Puedes decir si una persona tiene miopía o hipermetropía al ver cómo su cara aparece en sus anteojos.
Si los ojos de una persona se ven aumentados, ¿la persona tiene miopía o hipermetropía?

Si los ojos de una persona se ven aumentados, esa persona tiene hipermetropía

Figura 7. Segunda respuesta de Estudiante 2.

¿Por qué la cuchara en el agua parece estar quebrada?



es un efecto que da el vaso, contrastado con el paisaje detras de este

Figura 8. Primera respuesta de Estudiante 3.

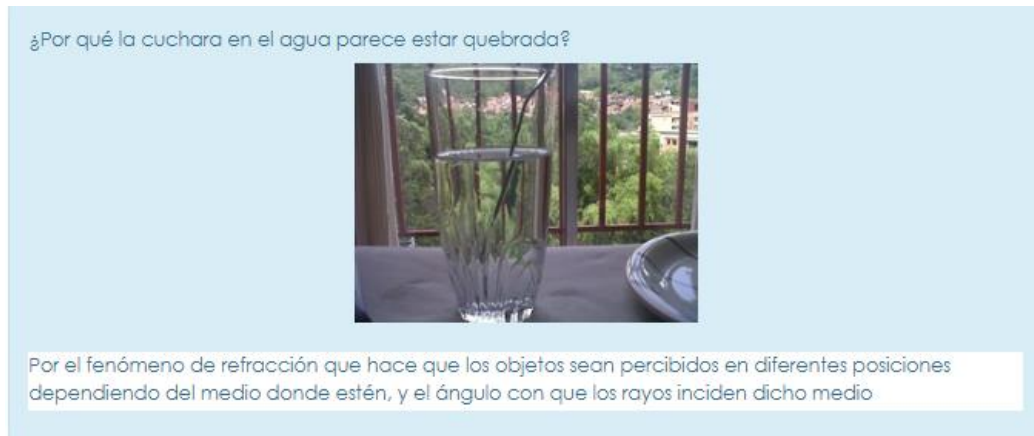


Figura 9. Segunda respuesta de Estudiante 3.

- **Sesión 3.** Se presentan una serie de curiosidades ópticas⁴ mediante videos grabados por estudiantes de la institución y se recrean en el laboratorio. Al ir desarrollando cada una, se intenta construir con los estudiantes una explicación del fenómeno observado



Figura 10. Imagen de video 1, sesión 3.

Al observar ambas monedas a través de las paredes del beaker, desaparece la que está debajo de éste porque experimenta doble refracción (del aire al agua y del agua al aire), y en la segunda refracción, el ángulo de incidencia es mayor que el ángulo crítico y por tanto se experimenta reflexión total interna y no se generan rayos refractados que lleguen a nuestro ojo para formar una imagen de esa moneda.

⁴ Véase el anexo D

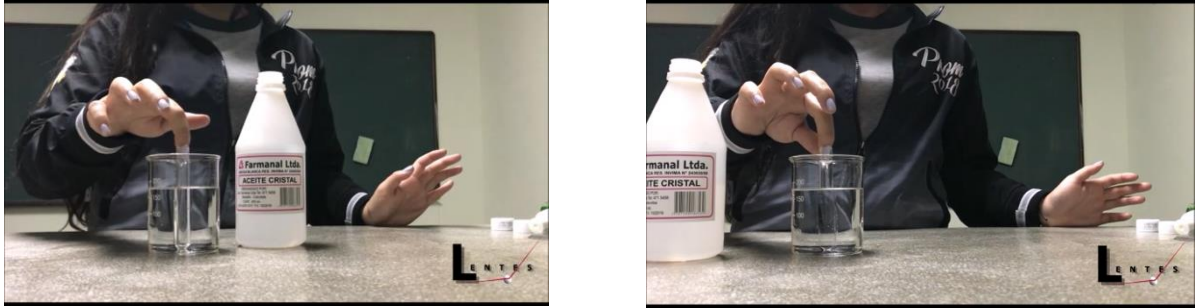


Figura 11. Imagen de video 2, sesión 3.

El tubo experimenta una aparente "desaparición" cuando es llenado con el mismo aceite mineral porque la luz no experimenta un cambio de medio; las paredes del tubo de ensayo por ser tan delgadas se consideran despreciables.



Figura 12. Imagen de video 3, sesión 3.

Cada capa de fluido es un medio diferente y provoca una desviación para la luz, por tanto, es posible notar el aparente "quiebre" de la varilla en cada frontera que representa que separa los fluidos.



Figura 13. Imagen de video 4, sesión 3.

Inicialmente, cuando el recipiente se encuentra vacío, los rayos reflejados por la moneda viajan a través del aire y por la dirección que tienen no son percibidos

por nuestros ojos. Sin embargo, manteniendo nuestra línea visual en la misma dirección, la moneda puede ser vista cuando el recipiente se llena de agua porque es un medio diferente y cambia la dirección de los rayos reflejados por la moneda cuando pasan de agua a aire y de esta manera llegan a nuestros ojos.

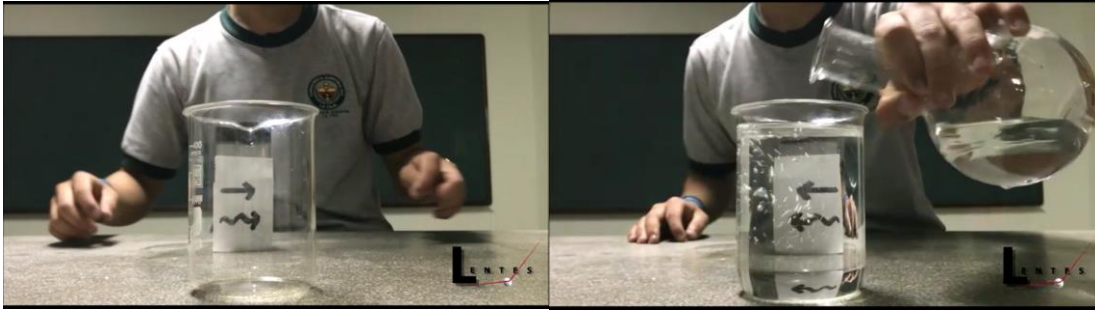


Figura 14. Imagen de video 5, sesión 3.

Al verter agua en el biker, las flechas se giran hacia la izquierda por el cambio de medio que experimentan los rayos que estas reflejan al pasar del aire al agua y luego al aire. En este caso, el biker lleno actúa como una lente de agua e invierte la orientación de las flechas

Con esta sesión, los estudiantes comprenden que una vez la luz experimenta un cambio de medio, debe experimentar un cambio en su dirección de propagación.

- **Sesión 4.** Reflexión de la luz⁵. El objetivo de esta sesión es encontrar experimentalmente una de las propiedades de la reflexión de la luz y enunciarla. Para ello se considera un haz que incide en la superficie de separación entre dos medios y se representa geoméricamente para medir el ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión del rayo.

⁵ Véase el anexo E.



Figura 15. Reflexión del rayo.

Esta sesión es presencial, y el producto final es el trazado de rayos y la conclusión tras la medición de los ángulos de incidencia y reflexión.

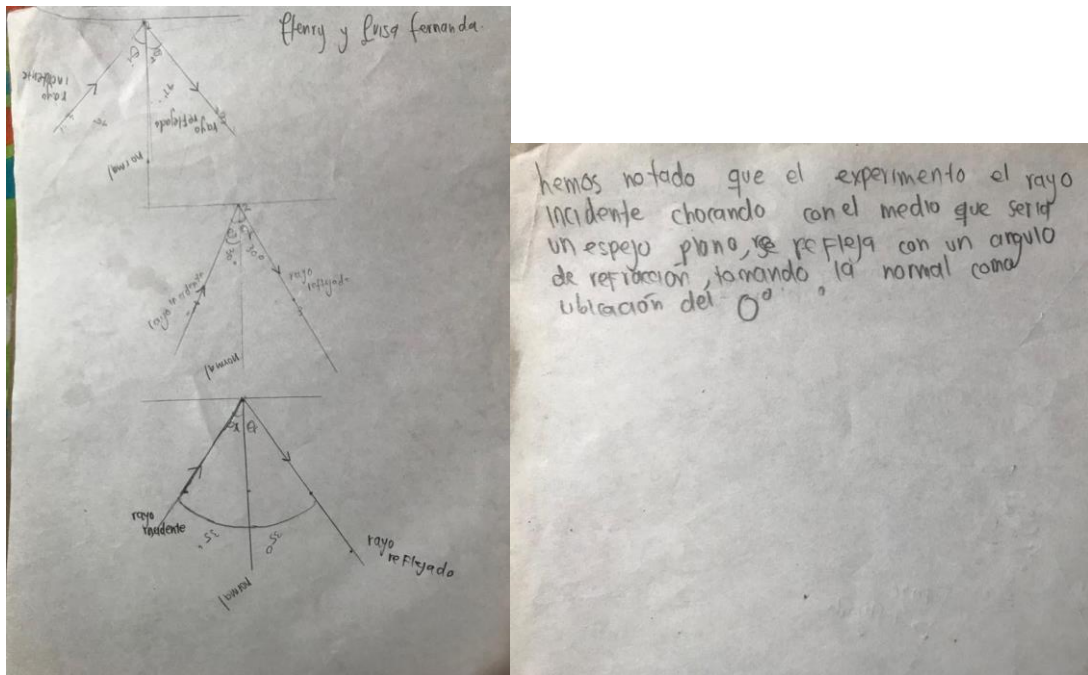


Figura 16. Conclusión escrita.

Esta actividad fue bien aceptada y comprendida por los estudiantes, el uso de alfileres y la graficación de la trayectoria de los rayos de luz tras el espejo les permitió explicar con más propiedad uno de los fenómenos con los que se enfrentan a diario: mirarse al espejo. La totalidad de los estudiantes llegaron a concluir que el ángulo de incidencia con el que llega un rayo a una superficie es igual en medida al ángulo con el cual se refleja.

- **Sesión 5.** Durante esta sesión se definen y grafican los elementos de la óptica geométrica para la refracción de la luz. Se propone un cuestionario ⁶para resolver con la aplicación SimulPhysics en el que se busca analizar la refracción de la luz y las condiciones para que se experimente la reflexión total. El desarrollo de este cuestionario se hace de forma presencial y en él se observa muy buena disposición y actitud de los estudiantes. Se percibe que se establecen muy buenas relaciones entre los integrantes del grupo en tanto trabajan de forma colaborativa ante cualquier inquietud.

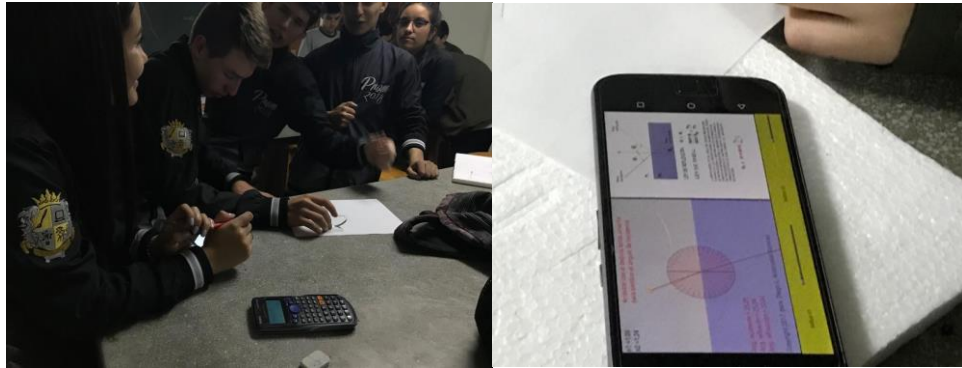


Figura 17. Uso de la aplicación en el móvil.

Al determinar las condiciones para que un rayo de luz experimente reflexión total interna, llama la atención que uno de los estudiantes traiga como memoria la experiencia de la moneda que desaparece realizada en la sesión 2. Esto da muestra de que la propuesta capta la atención de los estudiantes e intentan ir dando respuesta a los cuestionamientos planteados.

- **Sesión 6.** El objetivo de esta sesión es verificar experimentalmente que se cumple la ley de Snell⁷. Usando alfileres, placa de acrílico semicircular, regla y láser, los estudiantes trazan la trayectoria del rayo que incide sobre el centro de la placa y se desvía al salir de esta, midiendo el ángulo de incidencia y el ángulo de refracción.

⁶ Véase el anexo F.

⁷ Véase el anexo G.

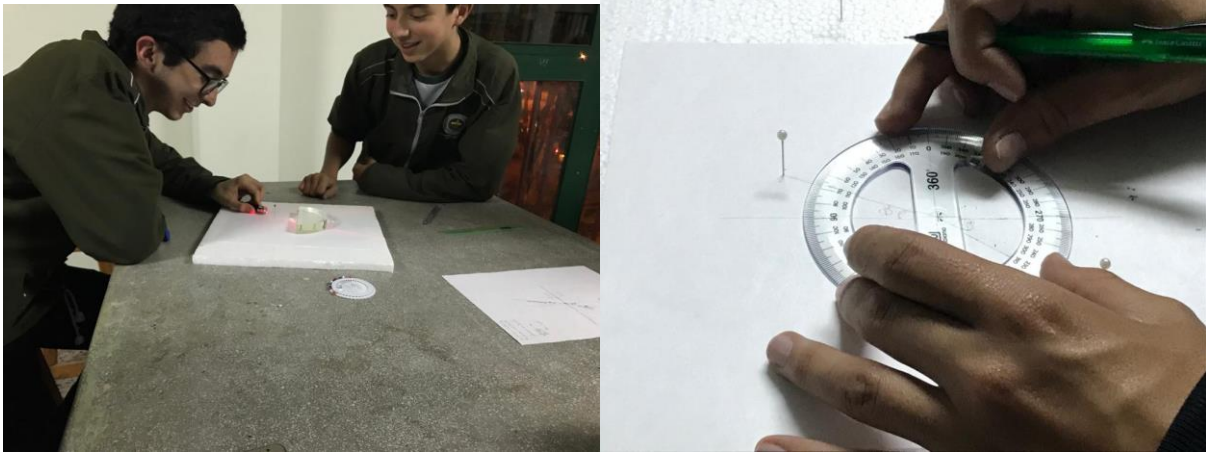


Figura 18. Uso del transportador para medir el ángulo de incidencia y el ángulo de refracción.

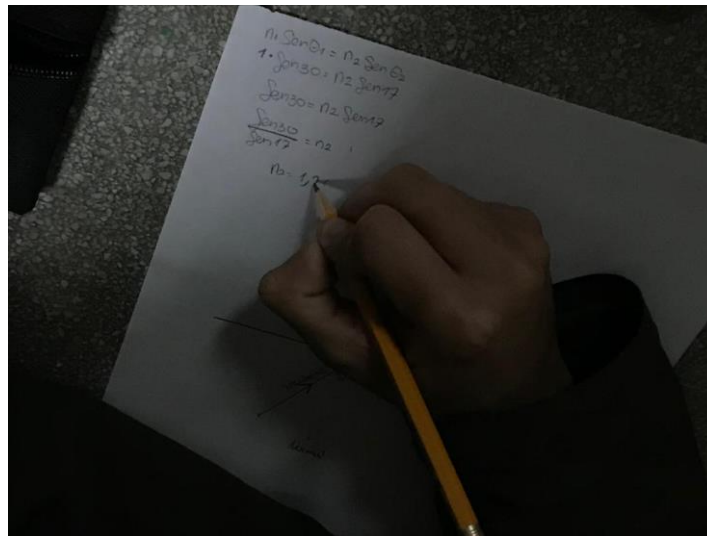


Figura 19. Cálculo de refracción de la placa.

Conociendo el ángulo de incidencia y el ángulo de refracción, y haciendo el índice de refracción del aire muy cercano a 1,0 los estudiantes calculan el índice de refracción de la placa, el cual es cercano a 1,5 para todos.

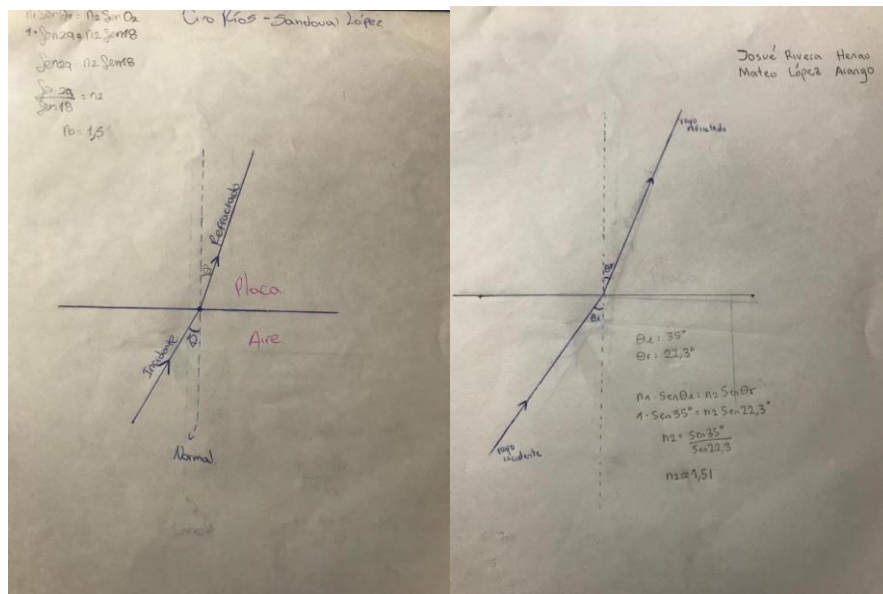


Figura 20. Cálculo de refracción de la placa 2.

Durante el desarrollo de esta sesión, hay algunos estudiantes de décimo grado que quisieron ver lo que hacían sus compañeros quienes mostraron aceptación e invitaron a los primeros a desarrollar actividades extracurricular. Los estudiantes de undécimo fueron capaces de dar cuenta de lo desarrollado hasta el momento y mostraron toda su disposición cuando sus compañeros preguntaban incluso por la parte operativa del cálculo del índice de refracción de la lámina.

- **Sesión 7.** Durante esta sesión se define el rayo incidente, el rayo refractado y el rayo emergente, así como el desplazamiento lateral como la distancia entre las prolongaciones del rayo emergente y el rayo incidente.

Los estudiantes comprenden fácilmente que el rayo emergente no es más que la refracción del rayo refractado que incidió desde el aire a la lámina. Se propone resolver un cuestionario en el Moodle y con base en el SimulPhysics que busca establecer relaciones y regularidades entre el rayo incidente y el rayo emergente al variar la diferencia entre los índices de refracción del medio y de la placa, así como el espesor de la misma.

Al final de esta sesión los estudiantes establecen que el rayo emergente tiene un mayor desplazamiento lateral cuanto mayor sea la diferencia entre los índices de refracción del medio y de la lámina. Además, que el desplazamiento lateral del

rayo emergente es menor cuando la lámina tiene un índice de refracción mayor que el medio.

- **Sesión 8.** Se propone trazar los rayos incidente, refractado y emergente al alinear alfileres a través de lámina de caras paralelas⁸, esta alineación se verifica haciendo pasar un rayo de luz láser que toque a todos los alfileres.

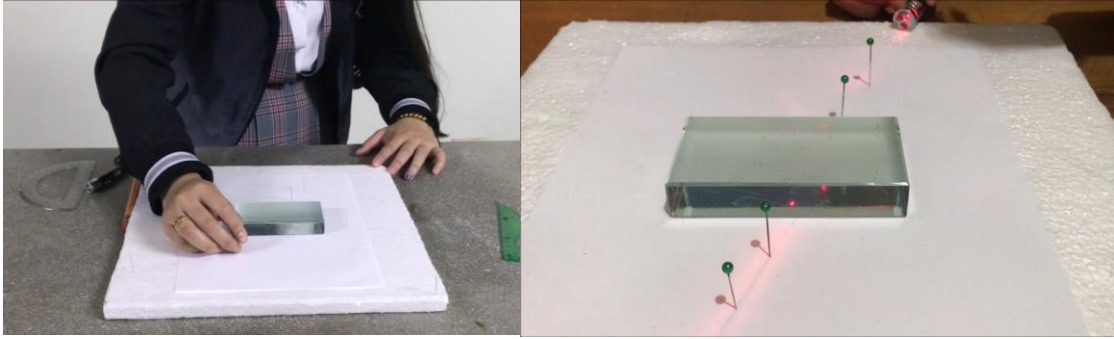


Figura 21. Empleo del láser.

Al trazar los rayos mencionados y la normal en el punto de incidencia y el punto de emergencia, es posible medir el ángulo de incidencia y de emergencia, de manera que se establezcan regularidades entre ellos

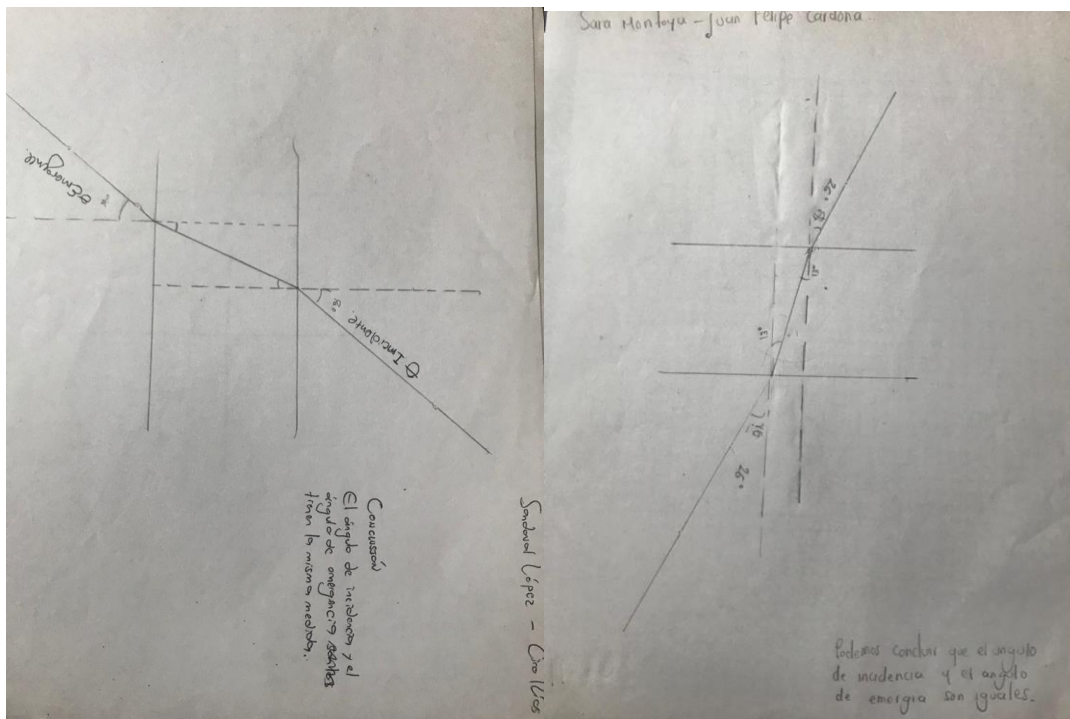


Figura 22. Medida del ángulo de incidencia.

⁸ Véase el anexo I.

La totalidad de los estudiantes concluyen que el ángulo de incidencia es igual en medida al ángulo de emergencia; esto responde también a la interpretación que se da de la trayectoria del rayo que incide como si hubiera tenido una doble refracción del aire a la placa y de la placa al vidrio.

- **Sesión 9.** Se define el prisma como el medio donde las superficies de entrada y de salida de la luz no son paralelas. Se define el ángulo del prisma para establecer que la luz experimenta una doble refracción que se ve afectada por este⁹.

Al hablar de prisma surgen muchas preguntas, los estudiantes lo asocian inmediatamente con la descomposición de la luz blanca y es lo que les motiva a establecer la dirección con la que debería entrar un rayo si quisieran obtener el espectro visible en algún lugar específico. Con esta inquietud se propondrá la actividad de la sesión 10.

El objetivo de esta sesión es establecer regularidades entre la desviación del rayo emergente con el ángulo del prisma y con la diferencia de los valores de los índices de refracción del prisma y el medio.

A partir del cuestionario propuesto y del uso de la simulación sobre prisma de SimulPhysics, los estudiantes concluyen que la luz experimenta menor desviación cuando el ángulo del prisma es menor y que es mayor cuanto mayor sea la diferencia entre los índices de refracción del medio y el prisma.

- **Sesión 10.** Se propone trazar la trayectoria de un rayo de luz que incide sobre un prisma¹⁰ alineando visualmente alfileres a través de él y comprobando con un rayo láser que este los toque a todos.

⁹ Véase el anexo J.

¹⁰ Véase el anexo K.

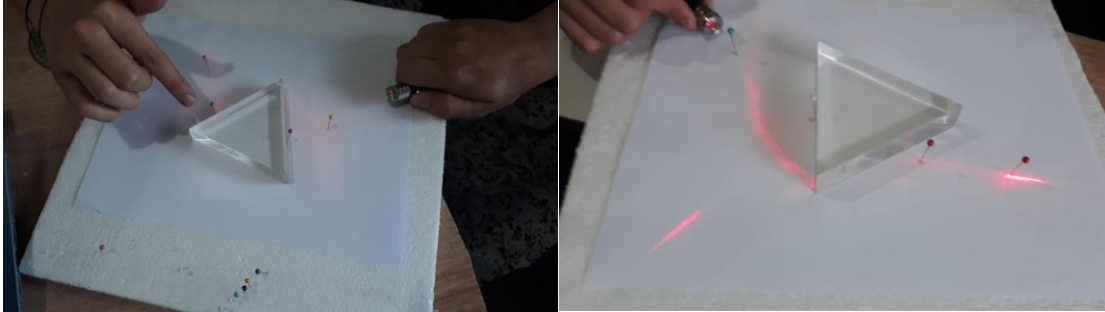


Figura 23. Incidencia en el prisma.

Surgen algunas inquietudes en torno a cuál cara se considera para que el rayo emerja. Con esto, los estudiantes establecen cual debería ser la posición del prisma para lograr la descomposición de un rayo de luz blanca. Comprenden que uno de los espectros será más claro que el otro, en tanto uno corresponde al rayo emergente y el otro corresponde a la refracción del rayo que se refleja al interior del prisma.

Algunos estudiantes establecen retos personales para conseguir el mejor espectro visible tras estimar la desviación que debe tener la fuente de una de las caras del prisma.

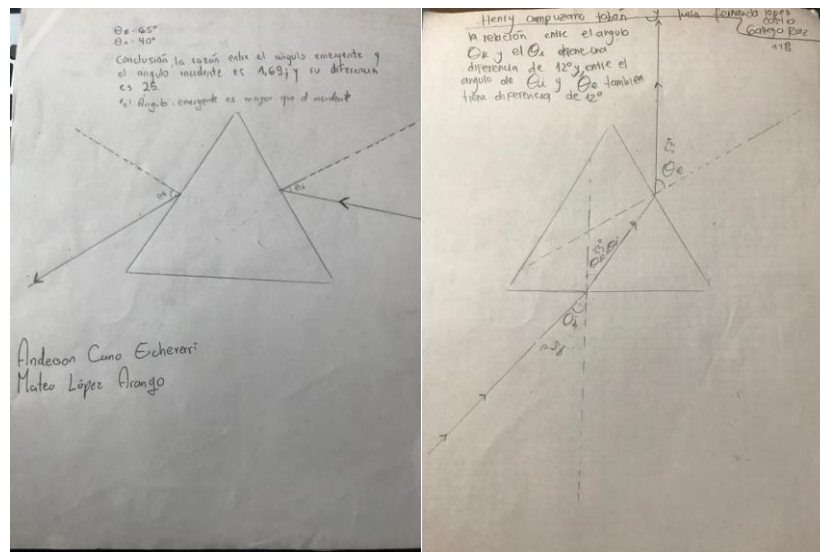


Figura 24. Encuentro de la posición para conseguir un "arcoíris".

Se propone verificar que se cumple la ley de Snell para el rayo refractado y el rayo emergente, pero los estudiantes no realizan este cálculo por fórmula; más bien se dedican al interés particular de encontrar la posición exacta en la que deberán poner su prisma para obtener un arcoíris.

- **Sesión 11.** Se propone el módulo “Propiedades focales de los sistemas formadores de imágenes”¹¹ elaborado por el profesor Aristizábal (2018). Esta sesión es expositiva y mostrativa. Se definen las lentes convergentes y divergentes no sólo en términos de su geometría, sino también de la comparación del valor de su índice de refracción con el valor del índice de refracción del medio donde está inmersa.

Los estudiantes usan la simulación sobre “propiedad focal imagen” de las lentes esféricas de SimulPhysics haciendo incidir rayos paralelos al eje óptico de una lente y establecen a partir de lo observado que el rayo refractado se aleja del eje óptico cuando la lente es convergente y se acerca al eje óptico cuando es divergente. También relacionan la trayectoria del rayo refractado o su prolongación con uno de los focos de la lente.

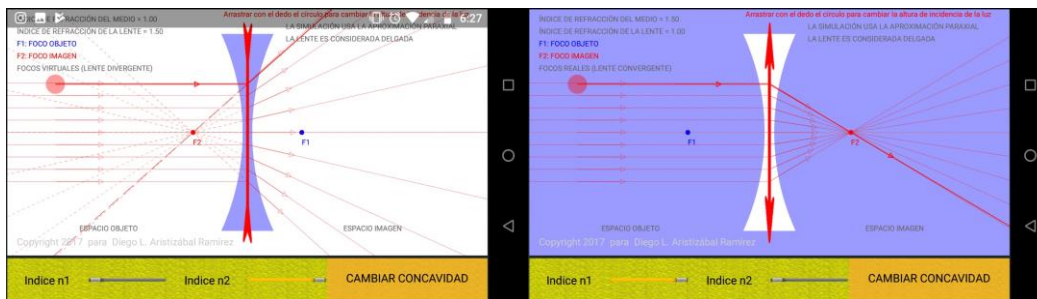


Figura 25. Lentes esféricas de SimulPhysics

Esta actividad se recrea con una placa de acrílico y un apuntador láser haciendo corresponder, por ejemplo, la placa biconvexa de acrílico como una lente convergente cuando está en el aire, pero esta misma forma biconvexa con una lente divergente si se toma sumergida en acrílico.

¹¹ Véase el anexo L.

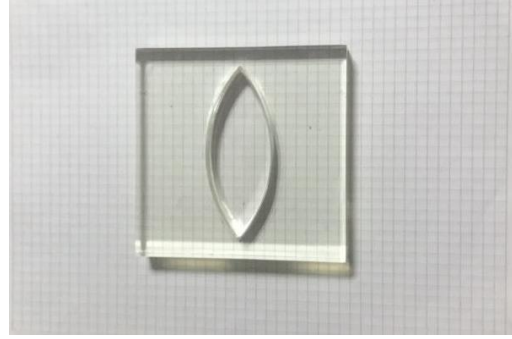


Figura 26. Placa biconvexa de acrílico.



Figura 27. Placas biconvexas de acrílico en SimulPhysics.

Con esta actividad, los estudiantes establecen cómo diferenciar una lente convergente de una divergente con el tacto, considerando lentes de acrílico o vidrio inmersas en el medio aire. Para finalizar, se propone encontrar la distancia de la imagen real de un a partir de una lente convergente.



Figura 28. Trayectoria del rayo refractado.

Al realizar esta actividad, los estudiantes comprenden por qué para encender una fogata son más útiles los lentes de una persona con hipermetropía que unos lentes de miopía, esto dando respuesta a una de las preguntas propuestas al iniciar la intervención.

- **Sesión 12 y sesión 13.** Se propone el módulo “Sistemas formadores de imágenes”¹² elaborado por el profesor Aristizábal (2018) y con este la solución de cuestionarios propuestos para realizar a partir del Simulphysics, el objetivo es describir la naturaleza de una imagen en términos de la ubicación del objeto respecto a la lente; es decir, los estudiantes establecen si la imagen es real o virtual, derecha o invertida, la relación entre el tamaño de la imagen y el tamaño del objeto.

Estas dos actividades son importantes porque los estudiantes reconocieron allí una síntesis y sentido de todas las actividades que venían realizando, dieron respuesta a cuestionamientos planteados al iniciar la intervención como los referidos al tamaño de los ojos de una persona con miopía e hipermetropía a través de sus respectivos lentes; con esto, generaban intriga entre sus compañeros de clase regular al “adivinar” qué afección tenían en sus ojos y en cuál estaba más desarrollada¹³.

Durante la intervención y el desarrollo de la propuesta no hubo desempeños reprobatorias, por el contrario, las notas arrojadas por el Moodle siempre fueron muy positivas mostrando el avance de los estudiantes tras cada actividad y generando cada vez más motivación a encontrar algo diferente en el camino.

3.1.3. Nivel de ganancia en aprendizaje

Para comprobar la eficiencia de la propuesta se aplicó un pretest que pretendía conocer los saberes previos que los estudiantes tenían de la formación de imágenes en lentes delgadas y refracción de la luz. Esta prueba consta de 25 preguntas para resolver en 50 minutos. La prueba se aplicó a los 20 estudiantes que iniciaron la intervención pero, solo se mostraran los resultados de quienes finalizaron esta, en

¹² Véase el anexo M.

¹³ Véase el anexo N.

ánimos de establecer comparaciones y determinar el nivel de ganancia en el aprendizaje de acuerdo al factor Hake¹⁴.

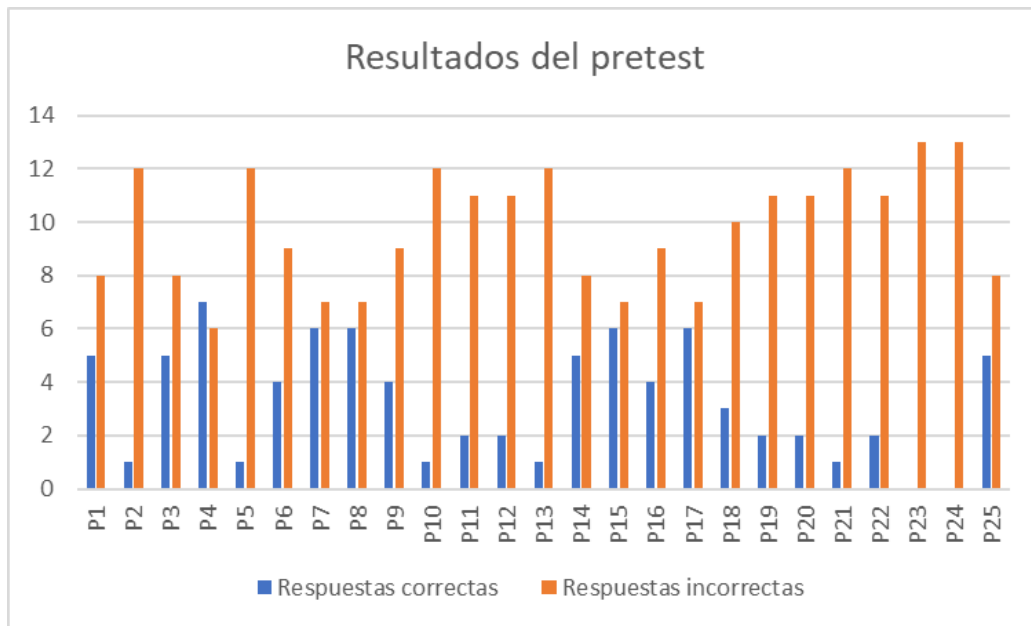


Figura 29. Resultados del pretest.

Nótese que hubo un total de 80 aciertos respecto de un total posible equivalente a 325, lo que arroja un porcentaje de aciertos en el pretest del 25%.

Al iniciar la intervención, los estudiantes no identificaban cuando una imagen era real o virtual, tampoco entendían el cambio en la trayectoria de un rayo de luz al cambiar de medio, esto lo ratifican los resultados obtenidos en el pretest.

Al finalizar la intervención se aplica nuevamente la prueba aplicada con el fin de estimar el nivel de ganancia del aprendizaje con el factor de Hake y así determinar el impacto de la propuesta.

¹⁴ Véase el anexo B.

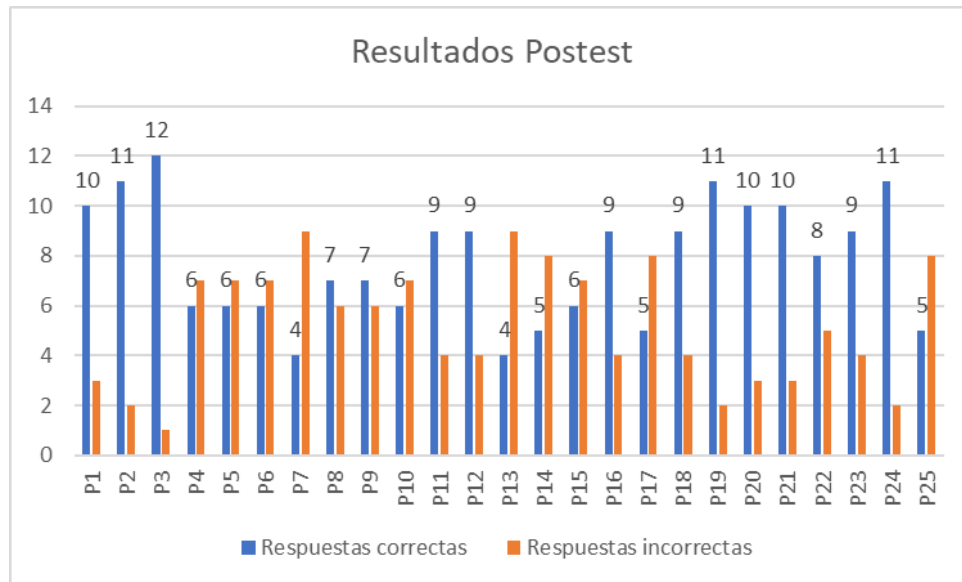


Figura 30. Resultados postest.

El nuevo total de aciertos es 195, lo que quiere decir que el porcentaje de aciertos en la prueba realizada después de la intervención es de 60%.

Conforme con lo anterior, se encuentra el factor de Hake así:

$$g = \frac{\%Postest - \%Pretest}{100 - \%Pretest} = \frac{60\% - 25\%}{100\% - 25\%} = \mathbf{0.4}$$

De acuerdo con el valor obtenido, se puede categorizar la ganancia de aprendizaje normalizada de nivel medio, lo que da sentido a que el porcentaje de aciertos en el postest hubiera superado en 35% al porcentaje de aciertos en el pretest.

Se puede verificar que, tras la intervención, los resultados obtenidos por los estudiantes mejoraron, se considera que el nivel de ganancia obtenido es positivo teniendo en cuenta que el tiempo de intervención fue poco para todos los conceptos que se abordaron.

3.1.4. Encuesta y opiniones de satisfacción

Al finalizar la intervención, se realiza una encuesta¹⁵ anónima de satisfacción a los estudiantes que participaron. La encuesta muestra que la propuesta tuvo una excelente acogida, también que:

¹⁵ Véase el anexo O.

- La totalidad de los estudiantes estuvo de acuerdo con la fácil adquisición del material empleado durante la intervención.
- Los estudiantes consideran que durante la intervención se usaron adecuadamente los recursos: computador, internet, celular, tabletas.
- La totalidad de los estudiantes disfrutaron del proceso de enseñanza y aprendizaje al encontrar interesantes las actividades realizadas.
- Las condiciones ambientales, los recursos y los cuestionarios propuestos fueron adecuados para facilitar el proceso formativo.
- La intervención dejó gran interés en los temas tratados.
- Unánimemente, los estudiantes consideran que la enseñanza de las ciencias naturales debe ser orientada con actividades experimentales que incluyan el uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

El éxito de la propuesta también se ve reflejado en los comentarios que los estudiantes hacían a sus compañeros no participantes, algunos de ellos quisieron expresarlo de forma escrita:

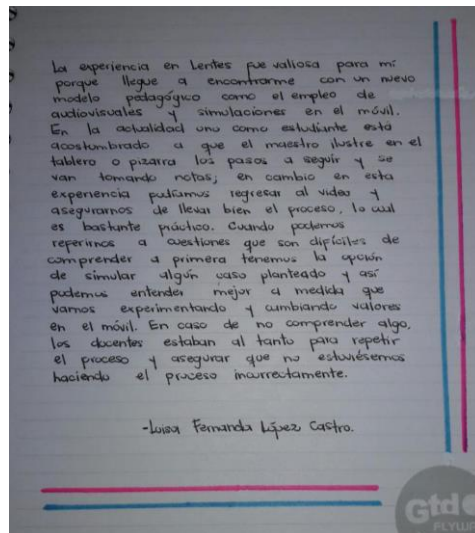


Figura 31. Carta de Luisa Fernanda López.

Me sentí cómodo usando el celular para aprender porque es algo que tenemos a lo mano y el uso de aplicaciones de simulación sirven para estar interactivo y focalizado con algún trabajo. Usamos alternativas digitales como computadores y celulares para aprender, algo diferente si pensamos es que muchos profesores quieren alejarnos de estos medios pero nosotros podemos disfrutarlos con nuevos usos y aprender cosas. Las evaluaciones las hacemos en una plataforma, bien diseñada, fácil de entender, sólo hay que recomendar una buena red wifi. Creo que desde que pude estar en Leuz, más nos la deuda y sus aplicaciones, usábamos todos los materiales disponibles en el laboratorio y más, no hay nada como ver los fenómenos físicos de una manera distinta; por ejemplo, poder ver el rayo que se prolonga en un láser gracias a una habitación llena de humo.

Att: Anderson Cano.

Figura 32. Carta de Anderson Cano.

3.1.5. Experiencias alternas al desarrollo de la propuesta.

El desarrollo de esta propuesta motivó en algunos estudiantes el estudio de la descomposición de la luz blanca al incidir en un prisma. Esto los convocó por varios días en el laboratorio y de forma autónoma buscaban como capturar en fotografías el fenómeno estableciendo la posición relativa que debía tener su fuente de luz blanca con el prisma que disponían, así como el uso de cámaras de humo para capturar la trayectoria de los rayos desviados tras la descomposición.

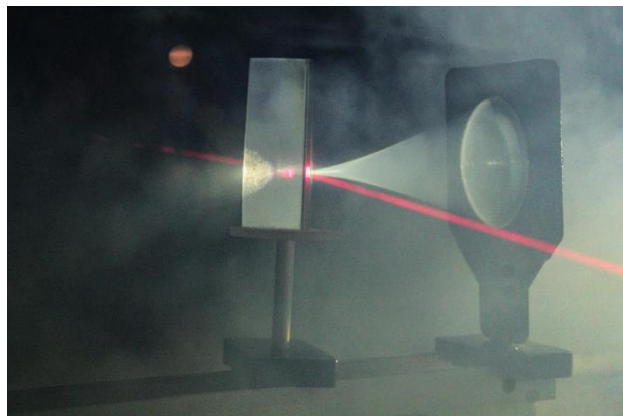


Figura 33. Descomposición de la luz blanca. Fotografía por Henry Campuzano.

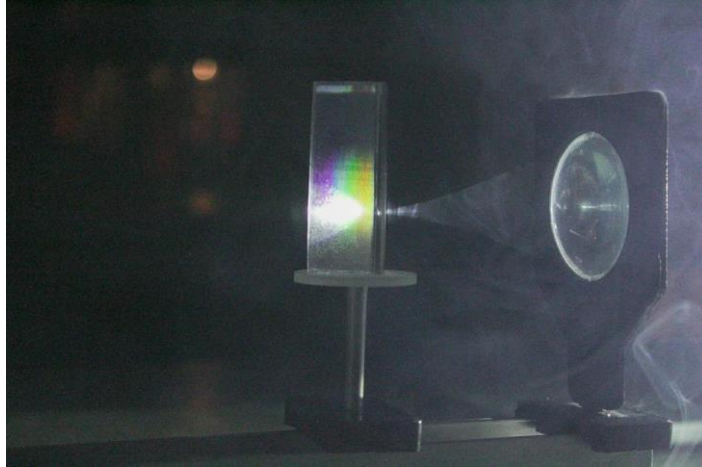


Figura 34. Descomposición de la luz blanca 2. Fotografía por Henry Campuzano.

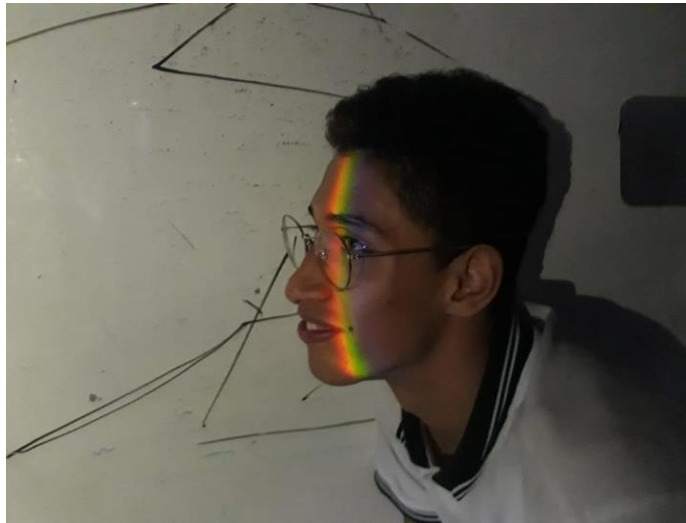


Figura 35. Descomposición de la luz blanca 3. Fotografía por Henry Campuzano.



Figura 36. Descomposición de la luz blanca 4. Fotografía por Henry Campuzano.

Estas fotografías y otras obtenidas por el estudiante Henry en su casa fueron compartidas en clase regular de física y algunas de ellas fueron participantes del VIII concurso de fotografía: la ciencia en imágenes convocado por la Universidad Pontificia Bolivariana.



Figura 37. Fotografía para concurso de la UPB 1. Fotografía de Henry Campuzano.

Un rayito de luz blanca

Muchas veces en el laboratorio de física de mi colegio, solía jugar con los prismas, los espejos, el láser, la cámara de humo que me mostraba con facilidad la trayectoria de los rayos de luz... Era precioso todo lo que podía conseguir, era maravilloso sentirme como niño encontrando el ángulo exacto en el cual podía proyectar un "arcoíris"

Ahora, al contemplar mis gatas en el patio de mi casa, he dejado invadir mi cabeza de aquellas reminiscencias de laboratorio... Corro a buscar entre mis objetos valiosos aquel prisma que "robé" a mi profe, ese prisma que me ayudaba a llenar, con Luisa y Juan Pablo, muchos espacios de colores, ¡qué bonitos colores!... los más preciosos los lográbamos en el tercer piso del colegio con los rayos de la luz blanca del sol, esa misma luz que hoy colorea la patita de mi preciosa Amunet...

Cuando la luz blanca incide sobre un medio transparente como el prisma experimenta transmisión; dado que el prisma es un medio dispersivo, el índice de refracción para cada color es distinto y por lo tanto experimenta una desviación distinta a los demás, lo que explica la aparición de todos los colores del espectro visible.

Figura 38. Descripción de Henry Campuzano para el concurso de la UPB.



Figura 39. Fotografías para concurso de la UPB 2 y 3. Fotografía de Henry Campuzano.

Las fotografías anteriores capturan el fenómeno de refracción trabajado durante el desarrollo de la propuesta, este trascendió y permitió que los estudiantes construyeran métodos propios para conseguir el espectro visible y capturarlo.

3.2. Conclusiones y recomendaciones

3.2.1. Conclusiones

- El diseño de propuestas didácticas a partir del uso de las NTIC amplía el panorama sobre las metodologías y recursos implementados en el proceso de enseñanza de la Física, propicia así la interacción de los estudiantes con conceptos como la refracción de la luz al incidir en lentes delgadas. El uso de dispositivos móviles y plataformas dinamizan este proceso pedagógico y permite al estudiante retroalimentarse por fuera de la misma, posibilita, además, que los

estudiantes expongan, justifiquen y verifiquen sus ideas y procedimientos acorde a las regularidades que van encontrando.

- Al desarrollo de la propuesta se sumaron estudiantes que, si bien no hacían parte del grupo intervenido, encontraron en la grabación y edición de los videos tutoriales para sus compañeros relaciones entre los temas con el funcionamiento de sus mismas cámaras. Aquí radica el postulado de comprender los objetos de uso común en relación con los temas expuestos, ellos indagaron y asimilaron el funcionamiento de la luz en el proceso de daguerrotipia. Cuando se le da a un estudiante las primeras herramientas, él sabrá interpretar y encontrar a través de la observación una idea que se puede corroborar.
- El uso de aplicaciones como SimulPhysics ayuda al estudiante para comprender la trayectoria que siguen los rayos de luz al cambiar de medio de propagación, esto influyó para que algunos estudiantes trascendieran y profundizaran en lo que ello implica en su cotidianidad: dos estudiantes del grupo intervenido, de manera alterna al desarrollo de la propuesta, quisieron profundizar en la descomposición de la luz blanca al estudiar la desviación de un rayo de luz cuando incide en una placa acrílica triangular, una fascinación que los llevó a participar en concursos de fotografía: uno local y otro propuesto por la Universidad Pontificia Bolivariana (VIII concurso de fotografía la Ciencia en imágenes).
- El desarrollo de los cuestionarios en Moodle a partir de la aplicación SimulPhysics permite valorar el avance de los estudiantes en cada una de las intervenciones y retroalimentar los procesos de enseñanza, la nota arrojada tras cada cuestionario no se convirtió en un motivo de estigmatización del proceso, es decir, los resultados no decepcionaban ni desmotivaban, por el contrario, le permitía a cada uno reflexionar su proceso y replantear su visión de evaluación.
- La intervención cambió la perspectiva que tenían los estudiantes del laboratorio como un lugar empolvado e inutilizable, se apropiaron del espacio y buscaban acceder a él constantemente. Cuando se le presenta al estudiante un entorno como este y su utilidad, él saca provecho para estudiar particularmente y

disponer de otros espacios en que pueda comprobar sus ideas, como también sucedió en la cafetería, durante los recesos curioseaban los prismas.

3.2.2. Recomendaciones

- El uso de NTIC permite y exige al docente estar en un proceso de preparación continua, capacitándose en el saber específico, saber pedagógico y en el uso de recursos, mejorando las prácticas al interior del aula para ésta sea un espacio donde el estudiante pueda indagar, plantear hipótesis y establecer regularidades frente a un fenómeno específico.
- Es necesario contar con los recursos apropiados, dado que hubo algunos estudiantes que desistieron de participar en el proceso de intervención porque su celular no era lo suficientemente rápido para ejecutar el SimulPhysics y el Moodle simultáneamente o, la pantalla de este no tenía un tamaño apropiado que les permitiera simular la trayectoria de rayos de forma precisa.
- Las aplicaciones que se construyen alrededor de la formación de imágenes en lentes delgadas son muchas y da cabida a diseñar e implementar diferentes propuestas de forma alterna en beneficio de la profundización del fenómeno.
- Contar con la disposición de la institución educativa para el uso de las NTIC, pese a lo demandado por esta generación en usar este tipo de herramientas, hay instituciones, como donde se aplicó la propuesta, donde el uso del celular está prohibido y se establecieron grupos de estudio extracurricular.

REFERENCIAS

ARISTIZÁBAL, D. L. (Agosto de 2014). Módulo: Movimiento Uniformemente Variado. Universidad Nacional de Colombia. Medellín.

AUSUBEL, D. P. (1976). Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. Ed. Trillas. México.

ÁVILA TORRES, G. A. (2014). Diseño e implementación de una propuesta para la enseñanza y aprendizaje del concepto de aceleración angular mediante actividades experimentales en grado décimo: Estudio de caso en el grado 10° del Instituto Jorge Robledo del municipio de Medellín. Medellín.

BOLÍVAR, M. R (2009) ¿Cómo fomentar el aprendizaje significativo en el aula? Consultado en <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd5097.pdf>

CANO, J. A. (2012). La formación de imágenes a través de espejos y lentes desde el aprendizaje activo. Estudio de caso: Colegio Agustiniiano de Medellín. (Tesis de maestría) Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

CHEVALLARD, Y (2005, 3ª edición). La trasposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado. Aique. p. 45.

Congreso de la República. (08, febrero, 1994). Ley 115. General de Educación. Diario oficial

HAKE, R. (1998). Interactive engagement versus traditional methods: A six-thousand student survey of mechanics test data for introductory physics. American Journal of Physics, 64-66.

INSTITUTO COLOMBIANO PARA LA EVALUACIÓN DE LA EDUCACIÓN. (2013). Anexo 4. La prueba de Ciencias Naturales. Recuperado de <https://tomascadavidvirtual.jimdo.com/app/download/6664528854/Ciencias+naturales+SABER+11.pdf?t=1453943264&mobile=1>

LONDOÑO, L. F. (2016) Propuesta didáctica para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales en el grado 9° de la básica secundaria a través de actividades experimentales mediante el uso de las NTIC: Estudio de caso en la I.E. León XIII del municipio El Peñol. (Tesis de maestría) Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

METAUTE, C. A. (2018). Estrategia didáctica mediada por las TIC para la enseñanza de la cinemática en los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Rural Villanueva. (Tesis de maestría) Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. (2017). Derechos básicos de aprendizaje en Ciencias Naturales. Recuperado de: <https://www.slideshare.net/sbmalambo/derechos-bsicos-de-aprendizaje-de-naturales-dba-ciencias-naturales>

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. (2006) Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Sociales y Ciencias Naturales. Bogotá

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. (1998) Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Bogotá.

MONTOYA, A. P. (2018). Propuesta didáctica para la enseñanza de la óptica geométrica a través de actividades experimentales mediadas con las TIC: estudio de caso. (Tesis de maestría) Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

MOREIRA, M. A (2012) ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? Qurriculum: revista de teoría, investigación y práctica educativa. N° 25. p. 29-56

ROJAS, G. A. (2011). La enseñanza de los fenómenos de óptica geométrica a estudiantes de undécimo grado desde la perspectiva del aprendizaje activo. (Tesis de maestría) Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

ROMERO, M & QUESADA, A. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. Revista Enseñanza de las Ciencias 32 (1), (p. 101-115).

STAKE, R. E. (1999). Investigación con estudio de casos segunda edición. Madrid: Morata.

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

VERGARA, D. P. (2012). Estudio del impacto didáctico de la metodología “aprendizaje activo” en la enseñanza de la óptica. (Tesis de maestría) Universidad Nacional de Colombia, Medellín

VILLEGAS, R. M (1986, tercera edición) Investiguemos 10 Física.

VYGOTSKY, L. S (1995) Lenguaje y Pensamiento. Ediciones Fausto. Consultado en <http://abacoenred.com/wp-content/uploads/2015/10/Pensamiento-y-Lenguaje-Vigotsky-Lev.pdf>

Anexos

Anexo A: Encuesta de caracterización.

Encuesta de caracterización

Modo: Anónima


Edad en años (14 - 18) 

Género 


Femenino Masculino

Media técnica 

Artes Electricidad Medio ambiente Sistemas

Tiene acceso al uso de teléfonos inteligentes 

Nunca Algunas veces Siempre

Tiene fácil acceso a internet 

Nunca Algunas veces Siempre

Tiene disponibilidad para conformar grupos de estudio en jornada extraclase (noche) 

Si No

¿Le parece que el método educativo llevado en las clases regulares es apto para la comprensión de conceptos? 

Si No

¿Se siente usted un sujeto activo en la construcción de conocimiento? 

Si No

Anexo B: Pretest - Postest

PRETEST

El presente cuestionario pretende indagar por los conocimientos que usted tiene acerca de la formación de imágenes en lentes delgadas. Por favor conteste con toda sinceridad.

Intentos permitidos: 1

Este cuestionario está abierto en viernes, 20 de julio de 2018, 10:24

Límite de tiempo: 50 minutos

Pregunta 1

Sin responder aún

Puntúa como 0.20

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Una lente de índice de refracción n' está sumergida en un medio de índice de refracción n en donde $n' < n$. Es cierto que

Seleccione una:

- Sus focos objeto e imagen son reales si esta es más gruesa en su centro.
- Sus focos objeto e imagen son reales si esta es más delgada en su centro.
- El foco objeto es real y el foco imagen es virtual.
- El foco objeto es virtual y el foco imagen es real.

Pregunta 2

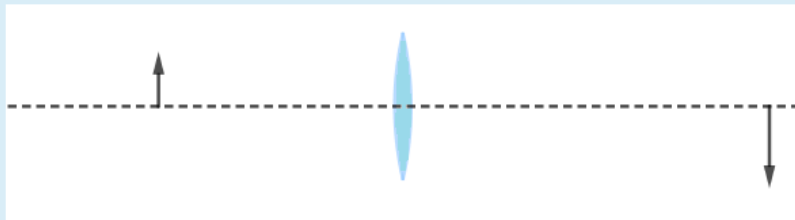
Sin responder aún

Puntúa como 0.20

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Un objeto se coloca a la izquierda de la lente convergente, y su imagen, se forma en la pantalla a la derecha de la lente como se muestra en la figura



Suponga que la lente se reemplaza por una divergente. La pantalla se mueve hasta encontrar la imagen más nítida posible. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

Seleccione una:

- La imagen es más grande que antes.
- La imagen es del mismo tamaño.
- La imagen es más pequeña.
- No es posible encontrar una imagen en la pantalla.

Pregunta 3

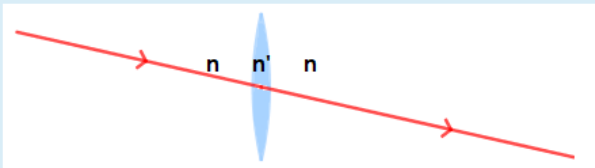
Sin responder aún

Puntúa como 0.20

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Se hace referencia en esta situación a un haz de luz muy angosto (por ejemplo, un haz de laser) que puede ser representado por un solo rayo. La luz viaja de izquierda a derecha en un medio transparente de índice de refracción n , e incide sobre una lente de índice de refracción n' . La trayectoria del rayo es mostrada a continuación.



¿Para cuál de las siguientes condiciones podría el rayo seguir la trayectoria como se muestra en la Figura?

Seleccione una:

- Solo si $n' > n$
- Solo si $n' = n$
- Solo si $n' < n$
- Puede ocurrir si $n' > n$ o si $n' < n$
- Nunca es posible.
- Siempre es posible, sin importar los valores relativos de los índices de refracción

Pregunta 4

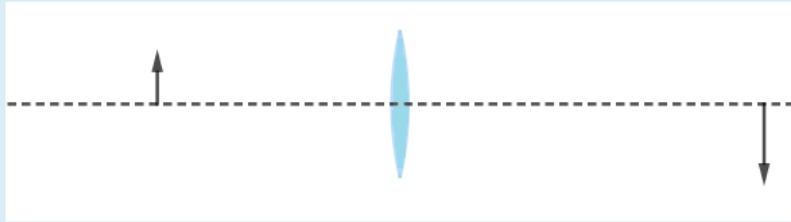
Sin responder aún

Puntúa como 0.20

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Un objeto se coloca a la izquierda de la lente convergente, y su imagen, se forma en la pantalla a la derecha de la lente como se muestra en la figura



Supongamos que la mitad superior de la lente se cubre con un pedazo de papel de manera que la luz no puede pasar por esta parte. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

Seleccione una:

- La mitad de la imagen desaparece.
- La imagen es completa, pero la mitad de grande.
- La imagen desaparece.
- La imagen es más tenue.

Pregunta 5

Sin responder aún

Puntúa como 0.20

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Si se desea observar una imagen cómodamente con el ojo, esta debe ser:

Seleccione una:

- Real de objeto real.
- Real de objeto virtual.
- Virtual
- Real

Pregunta 6

Sin responder aún

Puntúa como 0.20

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Un objeto de 3 cm de longitud se encuentra a 30 cm delante de una lente convergente de 15 cm de distancia focal. Su imagen será:

Seleccione una:

- Invertida e igual a 3 cm.
- Virtual e igual a 3 cm.
- Real y mayor que 3 cm.
- Virtual y menor que 3 cm.

Pregunta 7

Sin responder aún

Puntúa como 0.20

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Cuando un rayo de luz viniendo del agua entra al aire, formando un determinado ángulo con la normal,

Seleccione una:

- El rayo transmitido sigue sin cambiar su dirección.
- El rayo refractado se aleja de la normal.
- El rayo refractado se acerca a la normal.
- Hay siempre un rayo refractado.

Pregunta 8

Sin responder aún

Puntúa como 0.20

 Marcar pregunta Editar pregunta

La imagen dada por el objetivo de un microscopio compuesto es:

Seleccione una:

- Virtual y objeto virtual para el ocular.
- Real y objeto virtual para el ocular.
- Real y objeto real para el ocular.
- Virtual y objeto real para el ocular.

Pregunta 9

Sin responder aún

Puntúa como 0.20

 Marcar pregunta Editar pregunta

Es cierto que:

Seleccione una:

- La imagen real de un objeto real es siempre invertida.
- La imagen real de un objeto real es siempre derecha.
- La virtual de un objeto real es siempre invertida.
- La imagen de un objeto virtual es siempre virtual.

Pregunta 10

Sin responder aún

Puntúa como 0.20

 Marcar pregunta Editar pregunta

Las imágenes generadas por las gafas para compensar la miopía o la hipermetropía son:

Seleccione una:

- Reales.
- Virtuales.
- Reales para los miopes.
- Virtuales para los miopes.

Pregunta 11

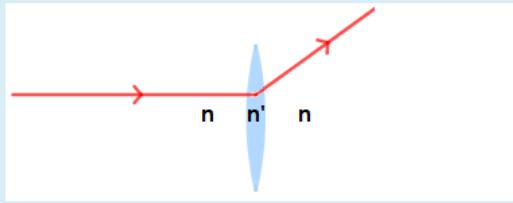
Sin responder aún

Puntúa como 0,20

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Se hace referencia en esta situación a un haz de luz muy angosto (por ejemplo, un haz de laser) que puede ser representado por un solo rayo. La luz viaja de izquierda a derecha en un medio transparente de índice de refracción n , e incide sobre una lente de índice de refracción n' . La trayectoria del rayo es mostrada a continuación.



¿Para cuál de las siguientes condiciones podría el rayo seguir la trayectoria como se muestra en la Figura?

Seleccione una:

- Solo si $n' > n$
- Solo si $n' = n$
- Solo si $n' < n$
- Puede ocurrir si $n' > n$ o si $n' < n$
- Nunca es posible.
- Siempre es posible, sin importar los valores relativos de los índices de refracción

Pregunta 12

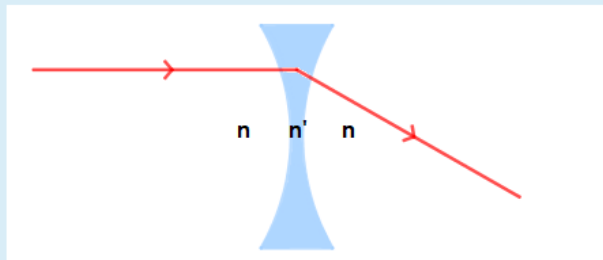
Sin responder aún

Puntúa como 0,20

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Se hace referencia en esta situación a un haz de luz muy angosto (por ejemplo, un haz de laser) que puede ser representado por un solo rayo. La luz viaja de izquierda a derecha en un medio transparente de índice de refracción n , e incide sobre una lente de índice de refracción n' . La trayectoria del rayo es mostrada a continuación.



¿Para cuál de las siguientes condiciones podría el rayo seguir la trayectoria como se muestra en la Figura?

Seleccione una:

- Solo si $n' > n$
- Solo si $n' = n$
- Solo si $n' < n$
- Puede ocurrir si $n' > n$ o si $n' < n$
- Nunca es posible.
- Siempre es posible, sin importar los valores relativos de los índices de refracción

Pregunta 13

Sin responder aún

Puntúa como 0.20

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Para una lupa es cierto que:

Seleccione una:

- Se pueden obtener sólo imágenes reales de objetos reales.
- Se pueden formar sólo imágenes virtuales de objetos reales.
- Se pueden formar imágenes reales o virtuales de objetos reales.
- Se pueden formar imágenes virtuales de objetos virtuales.

Pregunta 14

Sin responder aún

Puntúa como 0.20

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Es cierto para sistemas formadores de imágenes:

Seleccione una:

- Los focos de los sistemas convergentes siempre son reales.
- No es posible con sistemas divergentes obtener imágenes reales de objetos reales.
- No es posible obtener con sistemas convergentes imágenes virtuales de objetos virtuales.
- Todas son correctas.

Pregunta 15

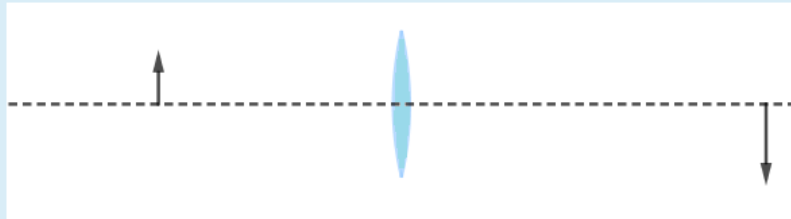
Sin responder aún

Puntúa como 0.20

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Un objeto se coloca a la izquierda de la lente convergente, y su imagen, se forma en la pantalla a la derecha de la lente como se muestra en la figura



Suponga que se retira la lente. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

Seleccione una:

- La imagen se sigue formando, pero es borrosa
- La imagen es completa, pero más pequeña
- La imagen desaparece.
- La imagen es más tenue.

Pregunta 16

Sin responder aún

Puntúa como 0.20

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Un objeto de 3cm de longitud se encuentra a 15cm delante de una lente divergente de 10cm de distancia focal. Su imagen será

Seleccione una:

- Invertida.
- Mayor de 3cm.
- Virtual.
- Real.

Pregunta 17

Sin responder aún

Puntúa como 0.20

▼ Marcar pregunta

⚙ Editar pregunta

Si se desea proyectar una imagen en una pantalla ésta debe ser:

Seleccione una:

- Real de objeto real.
- Real de objeto virtual.
- Virtual
- Real

Pregunta 18

Sin responder aún

Puntúa como 0.20

▼ Marcar pregunta

⚙ Editar pregunta

Para una lupa es cierto que:

Seleccione una:

- Es una lente bicóncava y convergente.
- Es una lente biconvexa y divergente.
- Es una lente biconvexa y convergente.
- Es una lente bicóncava y divergente.

Pregunta 19

Sin responder aún

Puntúa como 0.20

▼ Marcar pregunta

⚙ Editar pregunta

Cuando un rayo de luz viniendo del aire entra al vidrio, formando un determinado ángulo con la normal

Seleccione una:

- Hay siempre un rayo refractado.
- El rayo refractado se aleja de la normal.
- El rayo refractado se acerca a la normal.
- Las primeras dos opciones son correctas.

Pregunta 20

Sin responder aún

Puntúa como 0.20

▼ Marcar pregunta

⚙ Editar pregunta

La imagen dada por las gafas que corrigen los defectos de refracción para el ojo es:

Seleccione una:

- Para el miope es real y para el hipermetrope es virtual.
- Para el miope es virtual y para el hipermetrope es real.
- Tanto para el miope como para el hipermetrope es real.
- Tanto para el miope como para el hipermetrope es virtual.

Pregunta 21

Sin responder aún

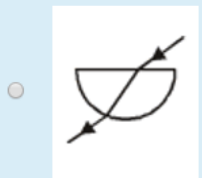
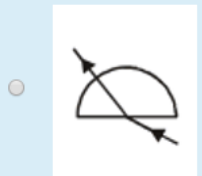
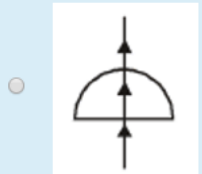
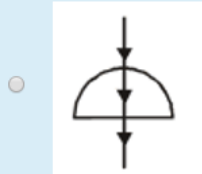
Puntúa como 0.20

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Se tiene un rayo de luz que incide por el centro de un semicírculo de vidrio (sumergido en aire). La única situación que no se puede dar es:

Seleccione una:

**Pregunta 22**

Sin responder aún

Puntúa como 0.20

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

El ojo humano es un sistema óptico formador de imágenes que puede ser considerado como una lente convergente. Respecto a las imágenes que generan y las cuales se proyectan en la retina se puede decir que son:

Seleccione una:

- Virtuales y derechas.
- Reales y derechas.
- Reales e invertidas.
- Virtuales e invertidas.

Pregunta 23

Sin responder aún

Puntúa como 0.20

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Cuando con una lupa se usa para encender un papel con la radiación solar, de las siguientes afirmaciones cuál no es correcta:

Seleccione una:

- El papel se ubica en el foco imagen de la lupa.
- El sol está en el infinito respecto a la lupa.
- La lupa proyecta en el papel una imagen real del sol.
- Los rayos del sol llegan convergiendo a la lupa.

Pregunta 24

Sin responder aún

Puntúa como 0.20

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Un objeto de 3 cm de longitud se encuentra a 8 cm delante de una lente convergente de 10 cm de distancia focal. Su imagen será

Seleccione una:

- Invertida
- Mayor de 3 cm
- Menor de 3cm
- Real

Pregunta 25

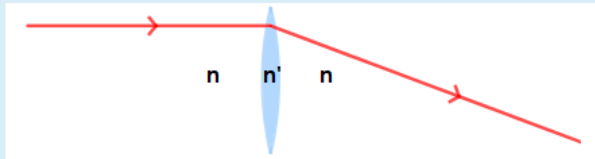
Sin responder aún

Puntúa como 0.20

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Se hace referencia en esta situación a un haz de luz muy angosto (por ejemplo, un haz de laser) que puede ser representado por un solo rayo. La luz viaja de izquierda a derecha en un medio transparente de índice de refracción n , e incide sobre una lente de índice de refracción n' . La trayectoria del rayo es mostrada a continuación.



¿Para cuál de las siguientes condiciones podría el rayo seguir la trayectoria como se muestra en la Figura?

Seleccione una:

- Solo si $n' > n$
- Solo si $n' = n$
- Solo si $n' < n$
- Puede ocurrir si $n' > n$ o si $n' < n$
- Nunca es posible.
- Siempre es posible, sin importar los valores relativos de los índices de refracción

Anexo C: Preguntas orientadoras

Pregunta 1

Sin responder aún

Puntúa como 0.42

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Cuando la luz cambia de medio, ¿cambia la longitud de onda? ¿cambia la frecuencia? ¿cambia la rapidez? ¿cambia la dirección de propagación?



Pregunta 2

Sin responder aún

Puntúa como 0.42

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

¿Por qué el cielo es azul?


Pregunta 3

Sin responder aún

Puntúa como 0.42

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

¿Por qué la cuchara en el agua parece estar quebrada?



Pregunta 4

Sin responder aún

Puntúa como 0.42

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Puedes decir si una persona tiene miopía o hipermetropía al ver cómo su cara aparece en sus anteojos.
Si los ojos de una persona se ven aumentados, ¿la persona tiene miopía o hipermetropía?


Pregunta 5

Sin responder aún

Puntúa como 0.42

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

¿Cómo crees que percibimos las imágenes?


Pregunta 6

Sin responder aún

Puntúa como 0.42

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Cuando se está frente a un estanque de aguas cristalinas, por ejemplo una piscina, el fondo parece estar más superficial de lo que en realidad está ¿por qué?



Pregunta 7

Sin responder aún

Puntúa como 0.42

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

¿Por qué un diamante brilla más que un cristal de vidrio de la misma forma y tamaño?

**Pregunta 8**

Sin responder aún

Puntúa como 0.42

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Dos personas desean encender una fogata durante el día; una de ellas es miope y la otra es hipermetrope. Si ambas personas usan anteojos, ¿los anteojos de cuál persona deben usarse para enfocar los rayos del Sol y así iniciar la fogata?

**Pregunta 9**

Sin responder aún

Puntúa como 0.38

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

¿Qué partes del ojo reconoce usted? ¿Cómo es el funcionamiento del ojo?

**Pregunta 10**

Sin responder aún

Puntúa como 0.42

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Con frecuencia, algunos camiones suelen tener en su parte trasera letreros que dicen: "**si no puedes ver mis espejos, yo no te puedo ver**". Explique la razón.

**Pregunta 11**

Sin responder aún

Puntúa como 0.42

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Imagine que usted está parado en la orilla de un lago y que ve un pez que nada a cierta distancia bajo la superficie del agua. Si usted quiere arponear el pez, ¿debe apuntar el arpón más arriba, más abajo, o directamente hacia la posición aparente del pez?
Si en cambio usted quiere usar un láser de alta potencia para matar y cocinar al pez simultáneamente, ¿hacia donde tendría que apuntar?



Anexo D: Curiosidades ópticas

Moneda que desaparece



Al observar ambas monedas a través de las paredes del biker, desaparece la que está debajo de éste porque experimenta doble refracción (del aire al agua y del agua al aire), y en la segunda refracción, el ángulo de incidencia es mayor que el ángulo crítico y por tanto se experimenta reflexión total interna y no se generan rayos refractados que lleguen a nuestro ojo para formar una imagen de esa moneda.

Al observar el biker desde la parte superior podemos ver ambas monedas porque a nuestros ojos llegan rayos de las dos por refracción.

Tubo que desaparece



Es posible ver el tubo de ensayo vacío cuando se introduce en el aceite mineral porque la luz está experimentando una desviación al cambiar de medio, esto es, se ve claramente la diferencia entre el aceite mineral y el aire. En cambio, el tubo experimenta una aparente "desaparición" cuando es llenado con el mismo aceite mineral porque la luz no experimenta un cambio de medio; las paredes del tubo de ensayo por ser tan delgadas se consideran despreciables.

Palito quebrado



La diferencia de densidades en los fluidos utilizados (agua, aceite, alcohol, aire) causa la formación de capas cuando son vertidos en el biker. Cada capa de fluido es un medio diferente y provoca una desviación para la luz, por tanto, es posible notar el aparente "quiebre" del palito en cada frontera que representa que separa los fluidos.

Moneda que aparece



Inicialmente, cuando el recipiente se encuentra vacío, los rayos reflejados por la moneda viajan a través del aire y por la dirección que tienen no son percibidos por nuestros ojos. Sin embargo, manteniendo nuestra línea visual en la misma dirección, la moneda puede ser vista cuando el recipiente se llena de agua porque es un medio diferente y cambia la dirección de los rayos reflejados por la moneda cuando pasan de agua a aire y de esta manera llegan a nuestros ojos.

Flechas giradas



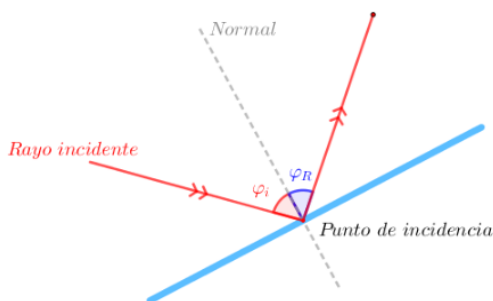
Cuando el biker está vacío las flechas reflejan rayos que viajan a través del aire y no experimentan ningún cambio de medio (asumiendo las paredes del biker despreciables), estos rayos llegan a nuestros ojos de tal manera que las flechas se perciben orientadas hacia la derecha.

Al verter agua en el biker, las flechas se giran hacia la izquierda por el cambio de medio que experimentan los rayos que estas reflejan al pasar del aire al agua y luego al aire. En este caso, el biker lleno actúa como una lente de agua e invierte la orientación de las flechas.

Anexo E: Reflexión de la luz

Elementos de la reflexión

Para describir la **reflexión de la luz** debemos considerar los siguientes elementos:



- El **rayo incidente**, que es el rayo que se dirige hacia la superficie
- El **punto de incidencia**, que es el punto donde el rayo incidente toca la superficie
- La **normal**, que es una recta imaginaria perpendicular a la superficie en el punto de incidencia
- El **ángulo de incidencia**, que es el ángulo formado por el rayo incidente y la normal
- El **rayo reflejado**, que es el rayo que se aleja de la superficie después de que el rayo incidente toca la superficie
- El **ángulo de reflexión**, que es el ángulo que forma el rayo reflejado con la normal.

Una de las leyes de la óptica geométrica establece que **los rayos incidente y reflejado y la normal se encuentran en el mismo plano**.

Actividad

Materiales

- Espejo plano
- Base de icopor
- Hoja
- Alfileres
- Apuntador láser

1. Realice el montaje descrito en el video



2. Mida el ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión

¿Qué relación encuentra entre la medida del ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión?

¿Se conserva la relación entre ambos ángulos al variar el ángulo de incidencia?

Su respuesta

Rich text editor toolbar with icons for Paragraph, Bold, Italic, Bulleted List, Numbered List, Link, Unlink, Undo, Redo, Image, and Video.

Ruta: p

Adjunte la foto del trabajo realizado durante la sesión.

Anexo F: Refracción de la luz I

Índice de refracción

El **índice de refracción** de una sustancia o medio transparente, al cual representaremos con la letra n , es la relación entre la velocidad de la luz en el vacío ($c=300.000\text{km/s}$) y la velocidad de la luz en la sustancia o medio en cuestión (v); esto es,

$$n = \frac{c}{v}$$

Este cociente es una cantidad adimensional característica de cada medio, representa qué tantas veces es mayor la velocidad de la luz en el medio con relación a la velocidad de la luz en el vacío. Es una especie de densidad óptica del medio, cuanto mayor es su valor, mayor "resistencia" encuentra la luz para viajar a través de él.

La siguiente tabla muestra los valores del índice de refracción para algunas sustancias:

	Sustancia	Índice de refracción
Sólidos a 20°C	Diamante	2,419
	Fluorita	1,434
	Cuarzo fundido	1,458
	Vidrio, sin plomo	1,52
	Vidrio, roca	1,66
	Hielo	1,309
	Poliestireno	1,49
	Cloruro de sodio	1,544
	Circón	1,923
	Benceno	1,501
Líquidos a 20°C	Disulfuro de carbono	1,628
	Tetracloruro de carbono	1,461
	Alcohol etílico	1,361
	Glicerina	1,473
	Agua	1,333
Gases a 0°C 1atm	Aire	1,000293
	Dióxido de carbono	1,00045

Índice de refracción de diferentes sustancias medidas con luz de longitud de onda al vacío $\lambda_0 = 589\text{nm}$.

Elementos de la refracción

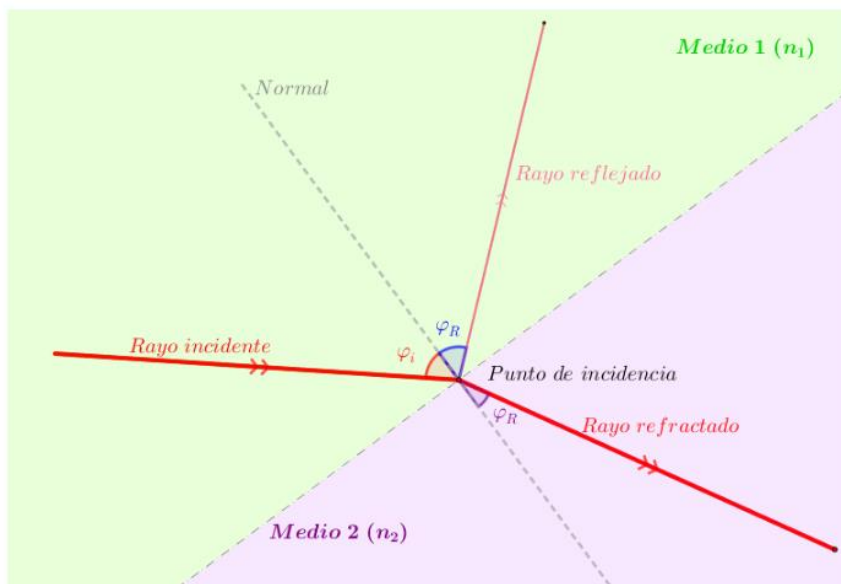
Además de los elementos descritos en la sesión 2 para la **reflexión de la luz**, hay otros elementos en el fenómeno de la refracción (o transmisión) que son:



- El **rayo refractado** (o transmitido), que atraviesa la superficie de separación y sigue propagándose en el medio 2
- El **ángulo de refracción**, que es el ángulo formado por el rayo refractado y la normal

Leyes de la óptica geométrica

Podemos resumir las leyes básicas de la óptica geométrica u óptica de rayos, como se muestra a continuación:



1. Los rayos incidente, reflejado y refractado (o transmitido) pertenecen al **mismo** plano, llamado **plano de incidencia**.
2. **Ley de reflexión**. El ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión tienen la **misma medida**.
3. **Ley de refracción**. El ángulo de incidencia y el ángulo de refracción se relacionan mediante la **ley de Snell**, esto es:

$$n_1 \sin \varphi_i = n_2 \sin \varphi_R$$

SimulPhysics

Usando la simulación sobre la **Ley de Snell** de SimulPhysics, podremos analizar el comportamiento de la reflexión y refracción de la luz en términos del índice de refracción de los medios en que se propaga la luz y de su ángulo de incidencia.



Ley de Snell

Utilice la simulación sobre la ley de Snell de **SimulPhysics** para resolver el cuestionario.

Intentos permitidos: 1

Este cuestionario está abierto en lunes, 30 de julio de 2018, 17:54

Límite de tiempo: 45 minutos

<p>Pregunta 1</p> <p>Sin responder aún</p> <p>Puntúa como 0.50</p> <p>▼ Marcar pregunta</p> <p>⚙ Editor pregunta</p>	<p>Un rayo de luz incide desde el aire hacia el vidrio con un ángulo de incidencia de 30°.</p> <p>El ángulo con el cual se refleja el rayo de luz es <input type="text"/> y el ángulo con el cual se refracta es <input type="text"/>.</p> <p>El rayo refractado se <input type="text"/> de la normal</p>
<p>Pregunta 2</p> <p>Sin responder aún</p> <p>Puntúa como 0.50</p> <p>▼ Marcar pregunta</p> <p>⚙ Editor pregunta</p>	<p>Un rayo de luz incide desde el vidrio hacia el aire con un ángulo de incidencia de 40°.</p> <p>El ángulo con el cual se refleja el rayo de luz es <input type="text"/> y el ángulo con el cual se refracta es <input type="text"/>.</p> <p>El rayo refractado se <input type="text"/> de la normal</p>
<p>Pregunta 3</p> <p>Sin responder aún</p> <p>Puntúa como 0.50</p> <p>▼ Marcar pregunta</p> <p>⚙ Editor pregunta</p>	<p>Un rayo de luz incide desde el aire hacia el hielo con un ángulo de incidencia de 70°.</p> <p>El ángulo con el cual se refleja el rayo de luz es <input type="text"/> y el ángulo con el cual se refracta es <input type="text"/>.</p> <p>El rayo refractado se <input type="text"/> de la normal</p>

Pregunta 4

Sin responder aún

Puntúa como 0.50

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Un rayo de luz incide desde el hielo hacia el aire con un ángulo de incidencia de 20° .

El ángulo con el cual se refleja el rayo de luz es y el ángulo con el cual se refracta es .

El rayo refractado se de la normal

Pregunta 5

Sin responder aún

Puntúa como 0.50

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Un rayo de luz incide desde el aire hacia el cuarzo fundido con un ángulo de incidencia de 75° .

El ángulo con el cual se refleja el rayo de luz es y el ángulo con el cual se refracta es .

El rayo refractado se de la normal

Pregunta 6

Sin responder aún

Puntúa como 0.50

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Un rayo de luz incide desde el cuarzo fundido al aire con un ángulo de incidencia de 25° .

El ángulo con el cual se refleja el rayo de luz es y el ángulo con el cual se refracta es .

El rayo refractado se de la normal

Pregunta 7

Sin responder aún

Puntúa como 0.50

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Cuando la luz incide desde un medio de índice de refracción, existe un ángulo denominado *ángulo de incidencia crítico*, por encima del cual la luz toda se refleja (no hay rayo refractado), a este fenómeno se le conoce como **reflexión total**

Pregunta 8

Sin responder aún

Puntúa como 0.50

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Cuando la luz incide desde el poliestireno hacia el agua, el ángulo de incidencia crítico es

Pregunta 9

Sin responder aún

Puntúa como 0,50

Marcar pregunta

Editar pregunta

Cuando un haz de luz pasa de un medio menos denso ópticamente a uno más denso, el rayo refractado se

 a la normal.

Pregunta 10

Sin responder aún

Puntúa como 0,50

Marcar pregunta

Editar pregunta

Cuando un haz de luz pasa de un medio más denso ópticamente a uno menos denso, el rayo refractado se

 de la normal.

Anexo G: Refracción de la luz II

Elementos de la refracción en el prisma semicircular

Para calcular el índice de refracción de la placa semicircular debemos considerar que la luz incide sobre la misma desde el aire, cuyo índice de refracción ya es conocido.

Tras medir el ángulo de incidencia y el ángulo de refracción, podremos usar la [ley de Snell](#) y calcular el índice del medio 2 (nuestra placa semicircular)



Actividad

Materiales

- Placa semicircular
- Base de icopor
- Hoja
- Alfileres
- Regla
- Apuntador láser

1. Realice el montaje descrito en el video



2. Mida el ángulo de incidencia y el ángulo de refracción

$$n_1 \sin \varphi_i = n_2 \sin \varphi_R$$

Usando la **ley de Snell**, ¿cuál es el índice de refracción de la placa semicircular?

Su respuesta

Párrafo **B** *I*

Ruta: p

Prisma semicircular

Adjunte la foto del trabajo realizado durante la sesión.

Anexo H: Lámina de caras paralelas I

Lámina de caras paralelas

A un medio diáfano donde las superficies de entrada y de salida de la luz son paralelas, se conoce en la óptica con el nombre de **lámina de caras paralelas**.

La luz experimenta una doble refracción; la primera cuando atraviesa la lámina y, la segunda, cuando sale de la lámina.

Además de los elementos descritos en la sesión 3 para la **refracción de la luz**, hay otros elementos cuando la luz atraviesa una **lámina de caras paralelas**, que son:



- El **rayo emergente**, que incide de la placa al medio 1
- El **ángulo emergente**, que es el ángulo formado por el rayo emergente y la normal
- La **desviación lateral**, que es la distancia entre las prolongaciones del rayo incidente y el rayo refractado

SimulPhysics

Usando la simulación sobre **lámina de caras paralelas** de SimulPhysics, podremos analizar el camino que sigue un rayo de luz desde que incide hasta que emerge, determinando si existe o no relación con el espesor de la lámina y la diferencia entre los índices de refracción de los medios involucrados

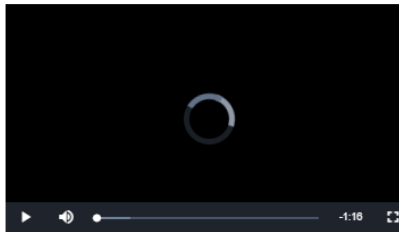


Lámina de caras paralelas

Utilice la simulación sobre **lámina de caras paralelas** de **SimulPhysics** para resolver el cuestionario.

Intentos permitidos: 1

Este cuestionario está abierto en lunes, 30 de julio de 2018, 18:02

Límite de tiempo: 1 hora

Pregunta 1

Sin responder aún

Puntúa como 0.50

Marcar pregunta

Editar pregunta

Un rayo de luz incide desde el aire (cuyo índice de refracción es) hacia la **lámina de caras paralelas** de vidrio (cuyo índice de refracción es) con un ángulo de 35° . El ángulo con el cual emerge el rayo es °.

Pregunta 2

Sin responder aún

Puntúa como 0.50

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Un rayo de luz incide desde el vidrio (cuyo índice de refracción es) hacia la **lámina de caras paralelas** de aire (cuyo índice de refracción es) con un ángulo de 15° . El ángulo con el cual emerge el rayo es $^\circ$.

Pregunta 3

Sin responder aún

Puntúa como 0.50

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Un rayo de luz incide desde el aire (cuyo índice de refracción es) hacia la **lámina de caras paralelas** de hielo (cuyo índice de refracción es) con un ángulo de 50° . El ángulo con el cual emerge el rayo es $^\circ$.

Pregunta 4

Sin responder aún

Puntúa como 0.50

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Un rayo de luz incide desde el hielo (cuyo índice de refracción es) hacia la **lámina de caras paralelas** de aire (cuyo índice de refracción es) con un ángulo de 22° . El ángulo con el cual emerge el rayo es $^\circ$.

Pregunta 5

Sin responder aún

Puntúa como 0.50

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

En una **lámina de caras paralelas**, el ángulo de emergencia siempre es \leftrightarrow al ángulo de incidencia

Pregunta 6

Sin responder aún

Puntúa como 0.50

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

El rayo emergente tiene un \leftrightarrow desplazamiento lateral cuando la diferencia entre el índice de refracción del medio y el índice de refracción de la lámina es mayor

Pregunta 7

Sin responder aún

Puntúa como 0,50

 Marcar pregunta Editor pregunta

El rayo emergente tiene un desplazamiento lateral cuando incide en una **lámina de caras paralelas** con índice de refracción menor que el índice de refracción del medio.

Pregunta 8

Sin responder aún

Puntúa como 0,50

 Marcar pregunta Editor pregunta

El desplazamiento lateral del rayo emergente es cuando la lámina tiene un índice de refracción mayor que el del medio

Pregunta 9

Sin responder aún

Puntúa como 0,50

 Marcar pregunta Editor pregunta

Es posible afirmar que el rayo emergente siempre es al rayo de incidencia.

Pregunta 10

Sin responder aún

Puntúa como 0,50

 Marcar pregunta Editor pregunta

El rayo emergente tiene un desplazamiento lateral cuando el espesor de la lámina es mayor

Anexo I: Lámina de caras paralelas II

Actividad

Materiales

- Lámina de caras paralelas
- Base de icopor
- Hoja
- Alfileres
- Reglas (transportador, escuadra)
- Apuntador láser

1. Realice el montaje descrito en el video



2. Mida el ángulo de incidencia y el ángulo de emergencia

¿Qué relación encuentra entre el rayo incidente y el rayo emergente?

Al prolongar el rayo incidente y el rayo emergente, ¿qué relación encuentra entre las prolongaciones?

Su respuesta



Lámina de caras paralelas

Adjunte la foto del trabajo realizado durante la sesión.

Anexo J: El prisma I

El prisma

A un medio diáfano donde las superficies de entrada y de salida de la luz no son paralelas, se conoce en la óptica con el nombre de **prisma óptico**.

La luz experimenta una doble refracción; la primera cuando incide hacia el **prisma** y, la segunda, cuando sale del prisma.

Además de los elementos descritos en la sesión 3 para la **refracción de la luz**, hay otros elementos cuando la luz atraviesa un prisma, que son:



- El **ángulo del prisma**, que es el ángulo formado por las superficies de entrada y de salida de la luz.
- El **rayo emergente**, que incide del prisma al medio 1
- El **ángulo emergente**, que es el ángulo formado por el rayo emergente y la normal
- El **ángulo de desviación**, que es el ángulo formado por las prolongaciones de los rayos incidente y emergente

SimulPhysics

Usando la simulación sobre **prisma** de SimulPhysics, podremos analizar el camino que sigue un rayo de luz desde que incide hasta que emerge, determinando si existe o no relación con el ángulo del prisma y la diferencia entre los índices de refracción de los medios involucrados



El prisma

Utilice la simulación sobre **prisma** de SimulPhysics para resolver el cuestionario.

Intentos permitidos: 1

Límite de tiempo: 1 hora

Pregunta 1

Sin responder aún

Puntúa como 0.75

Marcar pregunta

Editar pregunta

Un rayo de luz incide desde el aire (cuyo índice de refracción es) hacia un prisma de vidrio (cuyo índice de refracción es) con un ángulo de 35° .

- Si el ángulo del prisma es 45° , el ángulo de desviación es, aproximadamente, $^\circ$.
- Si el ángulo del prisma es 50° , el ángulo de desviación es, aproximadamente, $^\circ$.
- Si el ángulo del prisma es 60° , el ángulo de desviación es, aproximadamente, $^\circ$.

Pregunta 2

Sin responder aún

Puntúa como 0.75

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Un rayo de luz incide desde el aire (cuyo índice de refracción es) hacia un prisma de hielo (cuyo índice de refracción es) con un ángulo de 30° .

Si el ángulo del prisma es 45° , el ángulo de desviación es, aproximadamente, $^\circ$.

Si el ángulo del prisma es 50° , el ángulo de desviación es, aproximadamente, $^\circ$.

Si el ángulo del prisma es 60° , el ángulo de desviación es, aproximadamente, $^\circ$.

Pregunta 3

Sin responder aún

Puntúa como 0.75

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Un rayo de luz incide desde vidrio (cuyo índice de refracción es) hacia un prisma de aire (cuyo índice de refracción es) con un ángulo de 35° .

Si el ángulo del prisma es 45° , el ángulo de desviación es, aproximadamente, $^\circ$.

Si el ángulo del prisma es 50° , el ángulo de desviación es, aproximadamente, $^\circ$.

Si el ángulo del prisma es 60° , el ángulo de desviación es, aproximadamente, $^\circ$.

Pregunta 4

Sin responder aún

Puntúa como 0.75

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Un rayo de luz incide desde hielo (cuyo índice de refracción es) hacia un prisma de aire (cuyo índice de refracción es) con un ángulo de 30° .

Si el ángulo del prisma es 45° , el ángulo de desviación es, aproximadamente, $^\circ$.

Si el ángulo del prisma es 50° , el ángulo de desviación es, aproximadamente, $^\circ$.

Si el ángulo del prisma es 60° , el ángulo de desviación es, aproximadamente, $^\circ$.


Pregunta 5

Sin responder aún

Puntúa como 0.50

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Es posible afirmar que el ángulo de desviación es mayor cuanto  es la diferencia entre los índices de refracción del medio y el prisma

Pregunta 6

Sin responder aún

Puntúa como 0.50

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

El ángulo de desviación es cuando la luz incide desde un medio con índice de refracción menor al índice de refracción del prisma

Pregunta 7

Sin responder aún

Puntúa como 0.50

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

La luz experimenta desviación cuando el ángulo del prisma es menor

Pregunta 8

Sin responder aún

Puntúa como 0.50

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

La luz que incide en un prisma con índice de refracción menor que el medio emerge del prisma

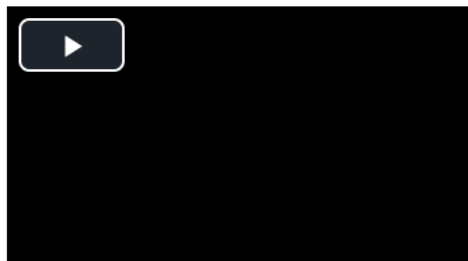
Anexo K: El prisma II

El prisma

Materiales

- Prisma de acrílico
- Base de icopor
- Hoja
- Alfileres
- Reglas (transportador, escuadra)
- Apuntador láser

1. Realice el montaje descrito en el video



2. Mida el ángulo de incidencia y el ángulo de emergencia

¿Cuál es el valor de su ángulo de desviación?

Verifique que se cumple la ley de refracción y describa la trayectoria del rayo desde que incide hasta que emerge

Su respuesta



Ruta: p

El prisma

Adjunte la foto del trabajo realizado durante la sesión.

Anexo L: Propiedades focales de los sistemas formadores de imágenes

PROPIEDADES FOCALES DE LOS SISTEMAS FORMADORES DE IMÁGENES -LENTES ESFÉRICAS-

Copyright2018 para Diego Aristizábal R, profesor con tenencia de cargo de la Escuela de Física de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín

Introducción

Asumiendo el modelo de rayo de la luz se verifica las propiedades focales de Las lentes esféricas bajo aproximación paraxial. Se comienza haciendo el análisis mediante el uso de un simulador del paquete **SimulPhysics** para dispositivos móviles para luego hacer verificaciones mediante actividades experimentales.

Objetivo general

Verificar las propiedades focales de las lentes esféricas bajo aproximación paraxial.

Objetivos específicos

- Hacer un análisis de las propiedades focales de las lentes esféricas bajo aproximación paraxial usando un simulador.

- Verificar experimentalmente las propiedades focales de las lentes esféricas bajo aproximación paraxial.

Fundamentación

- ✓ Bajo aproximación paraxial todos los rayos que inciden paralelamente al eje óptico de una lente convergente delgada se refractan de tal forma que pasan por un punto denominado foco imagen F_2 (que es real). A la distancia de ese punto hasta la lente se le denomina distancia focal f imagen. Ver Figura 1.

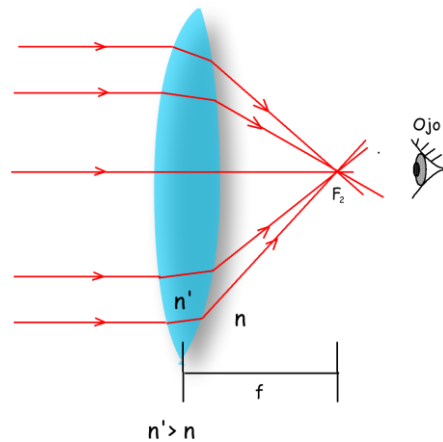


Figura 1

- ✓ Bajo aproximación paraxial todos los rayos que inciden pasando por el foco objeto F_1 (que es real) de una lente convergente delgada se refractan paralelamente al eje óptico. A la distancia de ese punto hasta la lente se le denomina distancia focal f objeto. Ver Figura 2.

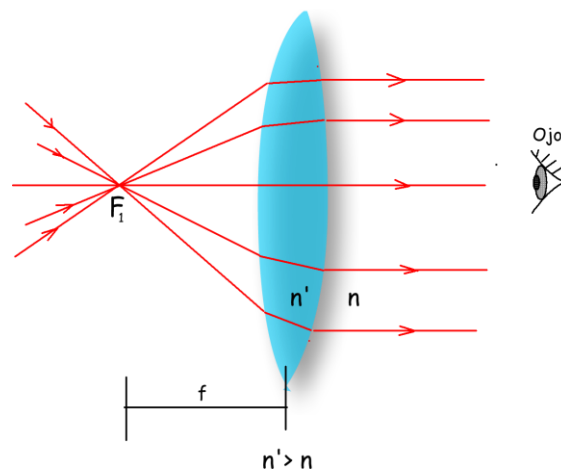


Figura 2

- ✓ Bajo aproximación paraxial todos los rayos que inciden paralelamente al eje óptico de una lente divergente delgada se refractan de tal forma que sus prolongaciones pasan por un punto denominado foco imagen F_2 (que es virtual). A la distancia de ese punto hasta la lente se le denomina distancia focal imagen f . Ver Figura 3.

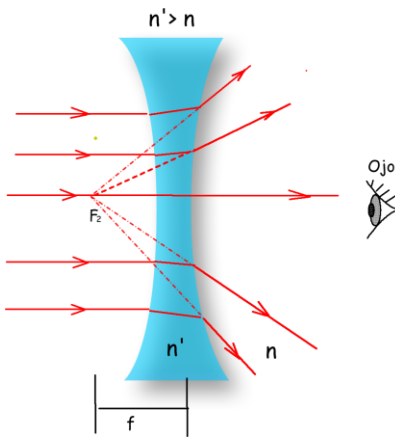


Figura 3

- ✓ Bajo aproximación paraxial todos los rayos que inciden de tal forma que sus prolongaciones pasan por el foco objeto F_1 (que es virtual) de una lente divergente se refractan paralelamente al eje óptico. Ver Figura 4.

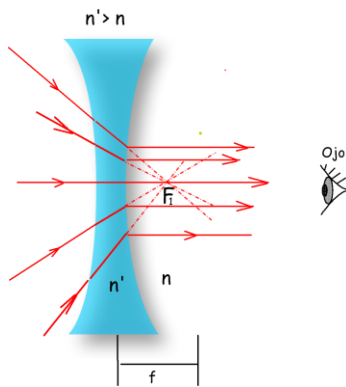


Figura 4

Sea n el índice de refracción del medio donde está sumergida la lente y n' el índice de refracción de la lente. Si $n' > n$ la lente es **convergente** si es más delgada en su centro que en sus extremos y **divergente** en el caso contrario. Si $n' < n$ la lente es **convergente** si es más delgada en su centro que en sus extremos y **divergente** en el caso contrario. Los dos focos de las lentes convergentes son **REALES**. Los dos focos de las lentes divergentes son **VIRTUALES**. Es decir la convergencia o divergencia de una lente depende tanto de la geometría de ésta como de los índices de refracción n y n' . En la Figura 5 se ilustran diferentes tipos de lentes.

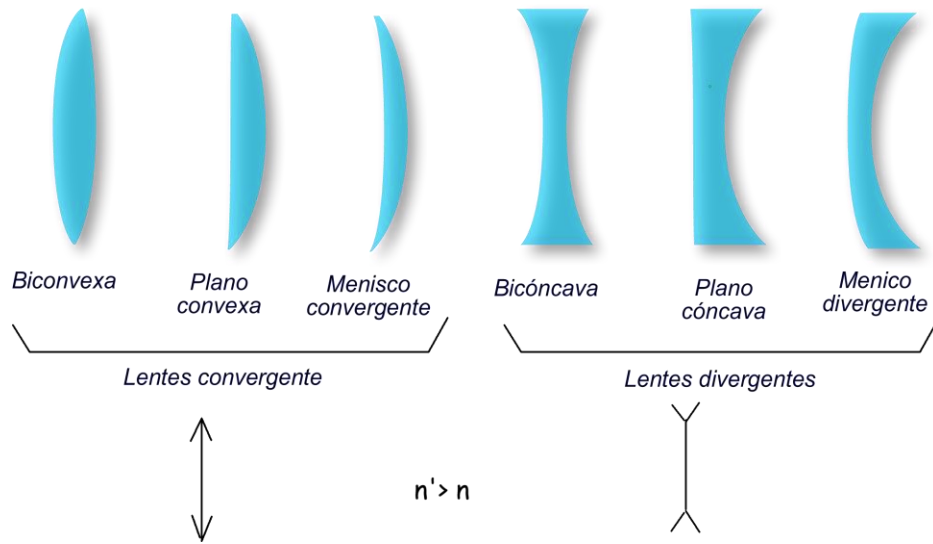


Figura 5

Para lentes delgadas la distancia focal objeto y la distancia focal imagen son iguales. Es decir sólo se habla de una distancia focal.

El poder de convergencia de una lente se calcula usando la siguiente expresión,

$$P = \frac{1}{f \text{ (m)}} \text{ (dioptrías)} \quad [1]$$

En donde f es la distancia focal imagen (positiva para lentes convergentes y negativa para lentes divergentes). Ejemplo, si una lente es convergente y $f = 20$ cm su poder de convergencia es igual a + 5 dioptrías. Si fuera divergente, $f = -20$ cm y su poder de convergencia sería igual a -5 dioptrías.

Nota: Si un objeto real se ubica en el infinito óptico respecto a una lente convergente su imagen queda ubicada en el foco imagen de la lente.

Materiales

- **SimulPhysics** Mobile Edition.
- Apuntador láser (1).
- Modelo de lentes bicóncavas (2).

- Modelo de lentes biconvexas (2).
- Lente convergente (1).
- Lente divergente (2)
- Cinta métrica (1).
- Regla de madera (1).
- Portales (2).
- Vela (1).
- Encendedor (1).
- Pantalla de vidrio esmerilado o de papel mantequilla (1).

Procedimiento

Momento 1: Simulaciones

Actividad 1: Simulación

Usando la simulación sobre propiedad focal imagen de las lentes esféricas de **SimulPhysics**, Figura 6, hacer incidir un rayo paralelo al eje óptico de la lente convergente y observar su trayectoria después de refractarse. Cambiar la altura de incidencia del rayo para concluir que éste al refractarse sigue una trayectoria tal que pasa por el foco imagen (que es real). Cambiar la lente a divergente y observar que ya es la prolongación del rayo refractado el que atraviesa virtualmente el foco imagen (que es virtual).

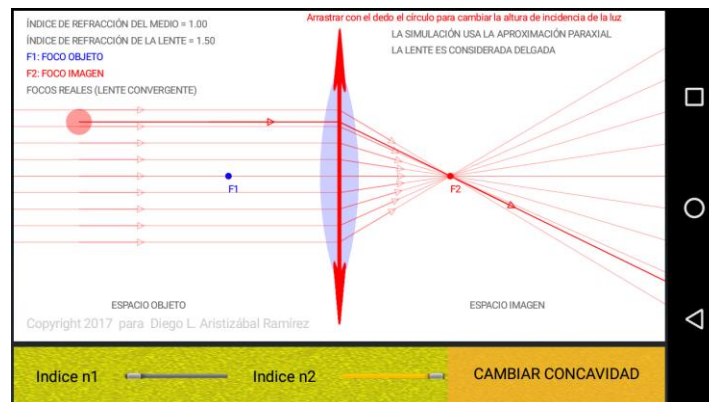


Figura 6

Momento 2: Experimentos demostrativos

Actividad 2: Experimento

Usando los modelos de lente de la Figura 7 y haciendo incidir la luz de un láser paralelamente al eje óptico (esto se debe hacer con la supervisión del profesor para evitar accidentes) comprobar que la convergencia de una lente depende tanto de su geometría (gruesa o delgada en su centro) y de los índices de refracción de ella y del medio donde se encuentra sumergida.

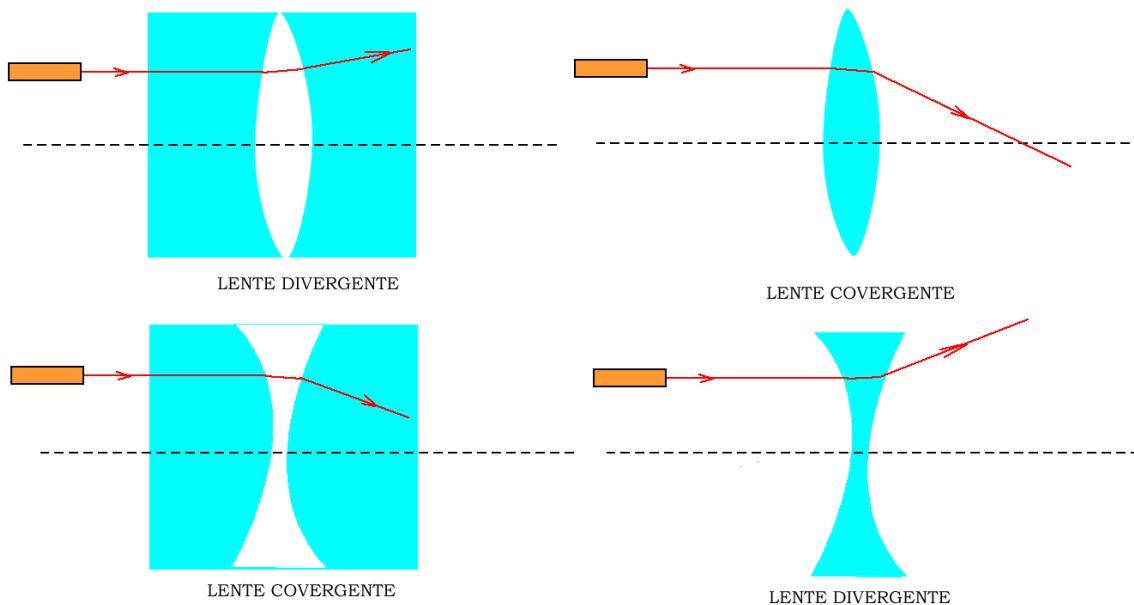


Figura 7

El rayo refractado (o su prolongación en el caso de la lente divergente) debe cortar el eje óptico en el foco imagen de la lente.

Repetir la actividad pero haciendo incidir el rayo de luz apuntando al foco objeto de la respectiva lente. En este caso el rayo debe emerger paralelo al eje óptico.

Lente convergente

Medir la distancia focal de una lente convergente obteniendo la imagen real de un objeto real ubicado en el infinito óptico y adjuntar foto de la experiencia.

Anexo M: Sistemas formadores de imágenes

SISTEMAS FORMADORES DE IMÁGENES

-IMÁGENES CON LENTES ESFÉRICAS-

Copyright2018 para Diego Aristizábal R, profesor con tenencia de cargo de la Escuela de Física de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín

Introducción

Asumiendo el modelo de rayo de la luz se estudia la formación de imágenes con lentes esféricas bajo aproximación paraxial. Se comienza haciendo el análisis mediante el uso de un simulador del paquete **SimulPhysics** para dispositivos móviles para luego hacer verificaciones mediante actividades experimentales.

Objetivo general

Verificar la formación de imágenes con lentes esféricas bajo aproximación paraxial.

Objetivos específicos

- Estudiar la formación de imágenes con lentes esféricas bajo aproximación paraxial usando un simulador.
- Verificar experimentalmente la formación de imágenes con lentes esféricas bajo aproximación paraxial.

Fundamentación

Principios básicos de la óptica geométrica

Se debe recordar los principios de la óptica geométrica:

- Trayectorias rectilíneas en medios homogéneos e isótropos.
- Se cumple la ley de la reflexión y la ley de la refracción.
- Rayo incidente, refractado y reflejado están en un mismo plano.
- Independencia de los rayos luminosos. La acción de cada rayo es independiente de la de los demás¹⁶.
- Las trayectorias de la luz son reversibles. Este es el principio de reversibilidad óptica.

¹⁶ Imaginar que se toma una foto de una escena que contiene un objeto con un paisaje de fondo; a continuación, se tapa el objeto y se vuelve a fotografiar; esta segunda foto permite comprobar que, al tapar el objeto, sólo se han bloqueado los rayos que proceden de él, sin que se vea afectado el resto, por lo que los demás rayos volverán a formar la imagen del paisaje tal y como se apreciaba en la primera fotografía.

Espacio objeto y espacio imagen

Las lentes se clasifican en **convergentes** y **divergentes**. Ver Figura 1 en donde n' es el índice de refracción de la lente y n el del medio donde está sumergida.

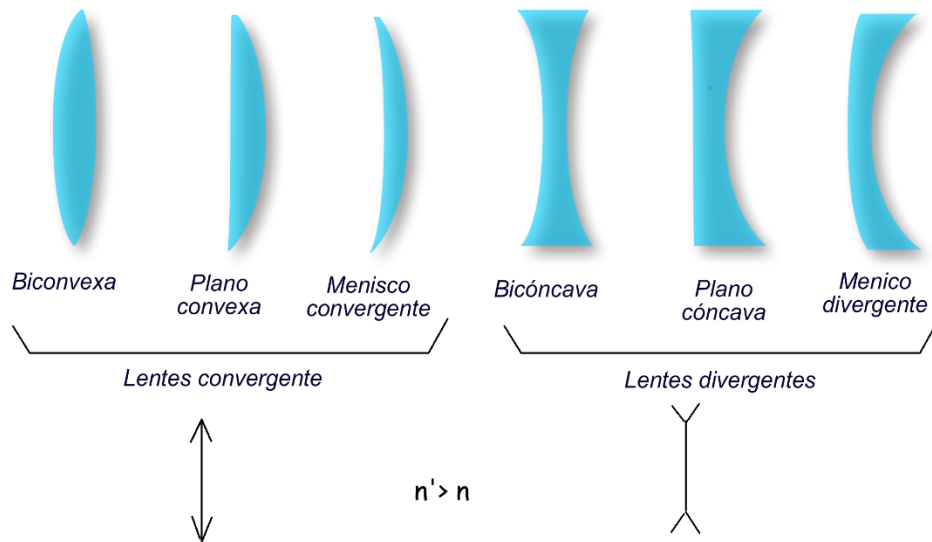


Figura 1

Todo sistema formador de imágenes posee dos espacios: espacio objeto y espacio imagen. En las lentes, que es un sistema formador de imágenes que funciona por refracción, estos espacios están de lados contrarios, es decir, si se supone que la luz está viajando de izquierda a derecha (como será nuestro convenio), el espacio objeto estará a la izquierda de la lente y el espacio imagen a su derecha.. Esto es necesario tenerlo muy claro ya que con base en esto será muy fácil decidir si un objeto o una imagen son reales o virtuales, lo mismo para el foco: estos (objeto, imagen, foco) **serán reales si están en su espacio de lo contrario son virtuales.**

Focos

En la sesión 5 se estudiaron las propiedades focales de las lentes esféricas bajo aproximación paraxial. Una lente posee dos focos, el foco imagen F_2 y el foco objeto F_1 . Puede demostrarse que bajo esta aproximación la distancia focal imagen f_2 de una lente depende de los radios de curvatura de sus dos superficies y de los índices de refracción tanto de la lente n' como del medio en donde se encuentra sumergida n , ecuación [1]. Para lentes delgadas (es decir no muy gruesas), la distancia focal objeto f_1 tiene el mismo valor aunque de signo contrario a la distancia focal imagen, ecuación [2]. Ver Figura 2

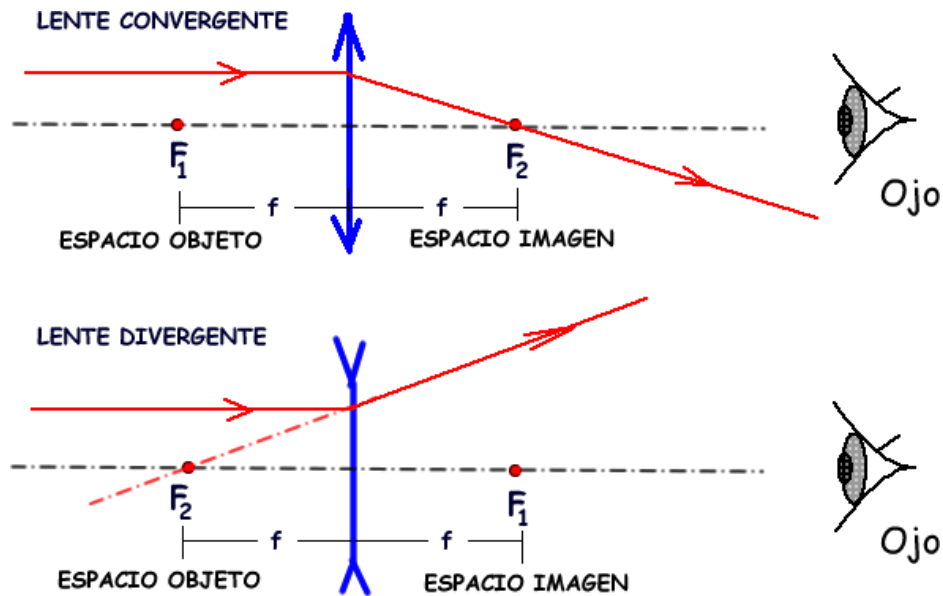


Figura 2

$$\frac{1}{f_2} = \frac{(n' - n)}{n} \left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right] \quad [1]$$

$$f_1 = -f_2 \quad [2]$$

Para aplicar la regla de los signos se utiliza la convención DIN. La cual se trató en la sesión 6 y se repasará más adelante en esta sesión.

Como puede observarse, según lo afirmado atrás sobre los espacios objeto e imagen, se deduce que los dos focos de una lente convergente son REALES y los dos focos de una lente divergente son VIRTUALES.

Tipos de objetos e imágenes

(Este párrafo es tomado en forma textual de: D. Aristizábal, R. Restrepo y T. Muñoz, MÓDULO # 13: ÓPTICA GEOMÉTRICA-SFI (SUPERFICIES REFRACTORAS)-, Universidad Nacional de Colombia, Medellín).

Las imágenes y los objetos se pueden clasificar en **reales** y **virtuales**. Se pueden distinguir observando la divergencia o convergencia de los rayos. Para comprender esto se asumirán objetos (O) e imágenes (O') puntuales: en los objetos reales los rayos divergen desde O; en los objetos virtuales los rayos

convergen en sus prolongaciones hacia O ; en las imágenes reales los rayos convergen hacia O' y luego divergen de ésta (es decir los rayos atraviesan la imagen); en las imágenes virtuales los rayos divergen en sus prolongaciones desde la imagen O' , Figuras 3-A, 3-B, 3-C y 3-D. Como se puede concluir las imágenes reales se pueden proyectar en una pantalla debido a que allí hay convergencia de energía. En cambio esto no es posible con las imágenes virtuales. También se debe observar que las imágenes y los objetos reales están en su espacio (espacio imagen y objeto respectivamente) mientras que los virtuales no.

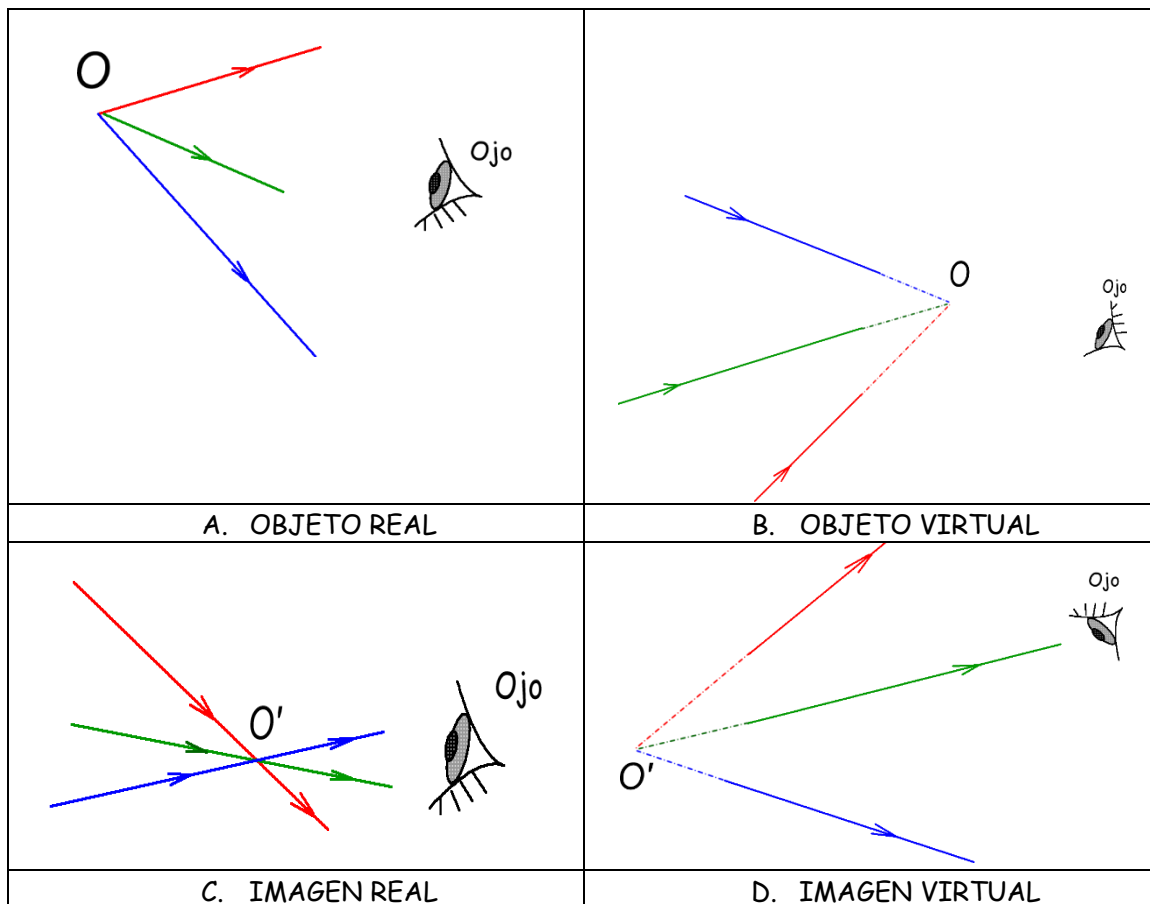


Figura 3

Debe quedar claro que la distinción entre objetos e imágenes reales y virtuales proviene del mecanismo de formación (convergencia o divergencia de rayos luminosos a la entrada y a la salida del sistema óptico) y no del mecanismo de su percepción visual, que es idéntico, por ejemplo, para ambos tipos de imágenes. En este sentido, se puede afirmar que tanto las imágenes virtuales como las reales son

visibles para un observador, siempre que se coloque en la posición adecuada, es decir aquella en la que los rayos "procedentes" de la imagen antes de llegar al ojo estén divergiendo. Habitualmente se observa nuestra imagen virtual en un espejo, pero se está menos acostumbrados a ver directamente imágenes reales (se suele verlas proyectadas sobre un soporte o pantalla).

En general para todos los SFI se cumplen las posibilidades de combinaciones entre objetos e imágenes dadas por la Tabla 1.

Tabla 1

OBJETO	IMAGEN	SISTEMA CONVERGENTE	SISTEMA DIVERGENTE	SISTEMA PLANO
REAL	REAL	ES POSIBLE	ES IMPOSIBLE	ES IMPOSIBLE
REAL	VIRTUAL	ES POSIBLE	ES POSIBLE	ES POSIBLE
VIRTUAL	REAL	ES POSIBLE	ES POSIBLE	ES POSIBLE
VIRTUAL	VIRTUAL	ES IMPOSIBLE	ES POSIBLE	ES IMPOSIBLE

Método gráfico de construcción de imágenes -rayos notables-

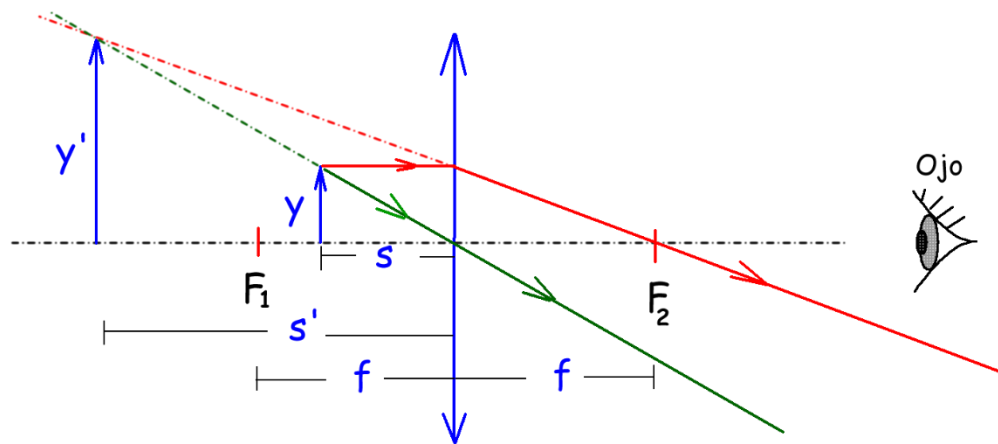
Los tres rayos notables para un espejo esférico son,

- **Rayo 1:** Rayo que incide paralelamente al eje óptico se refracta real o virtualmente por el foco imagen F_2 .
- **Rayo 2:** Rayo que incide real o virtualmente por el foco objeto F_1 se refracta de tal forma que continúa paralelo al eje óptico.
- **Rayo 3:** Rayo que incide por el centro de la lente no cambia de dirección al refractarse.

Formación de imágenes

Para formar la imagen de un objeto puntual basta con trazar la trayectoria seguida por sólo dos rayos, y donde se corten REAL o VIRTUALMENTE queda ubicada la imagen puntual correspondiente. Es útil emplear dos de los tres rayos notables. En la Figura 4 se ilustran la formación de imágenes de objetos REALES con las lentes esféricas. Se observa que en el caso de las lentes convergentes es posible obtener de objetos REALES imágenes REALES mayores, Figura 4-C, iguales, Figura 4-D y menores al objeto, Figura 4-E; imágenes VIRTUALES mayores que el objeto, Figura 4-A, y si el objeto se ubica en el foco no se forma la imagen (es decir, se forma en el infinito, Figura 4-B. Para el caso de lentes divergentes sólo es posible obtener de objetos REALES imágenes VIRTUALES de menor tamaño que el objeto, Figura 4-F. En la Figura 4 no se ilustra la formación de imágenes de objetos virtuales, tarea que se realizará más adelante usando el simulador de **SimulPhysics**.

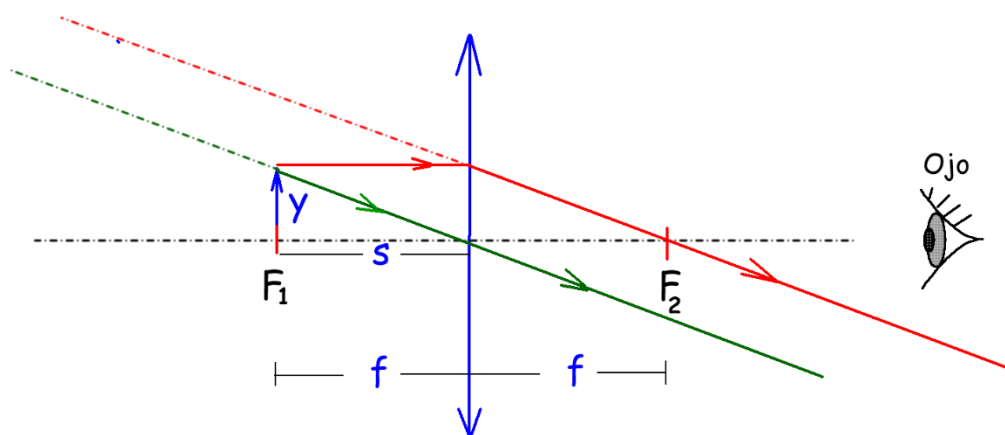
LENTE CONVERGENTE



OBJETO REAL E IMAGEN VIRTUAL DE MAYOR TAMAÑO

Figura 4-A

LENTE CONVERGENTE



OBJETO REAL, NO HAY IMAGEN (o equivalente mente se da en el infinito)

Figura 4-B

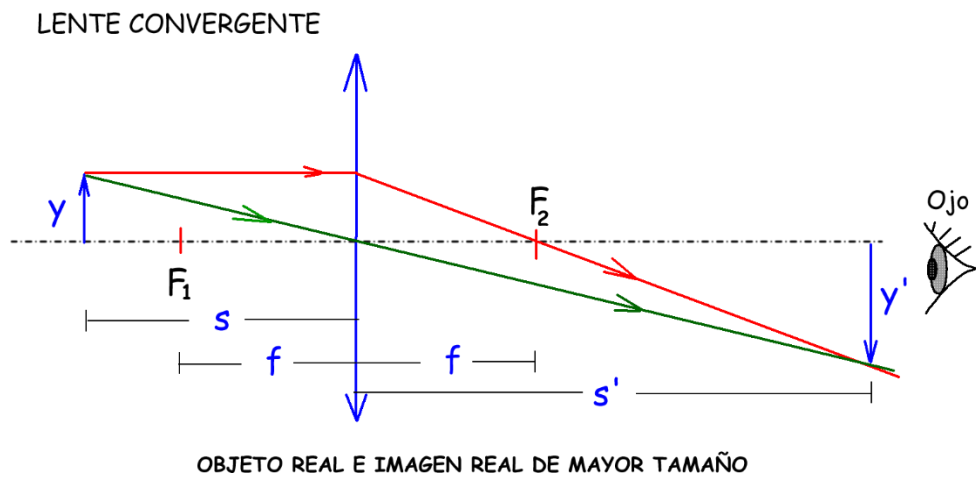


Figura 4-C

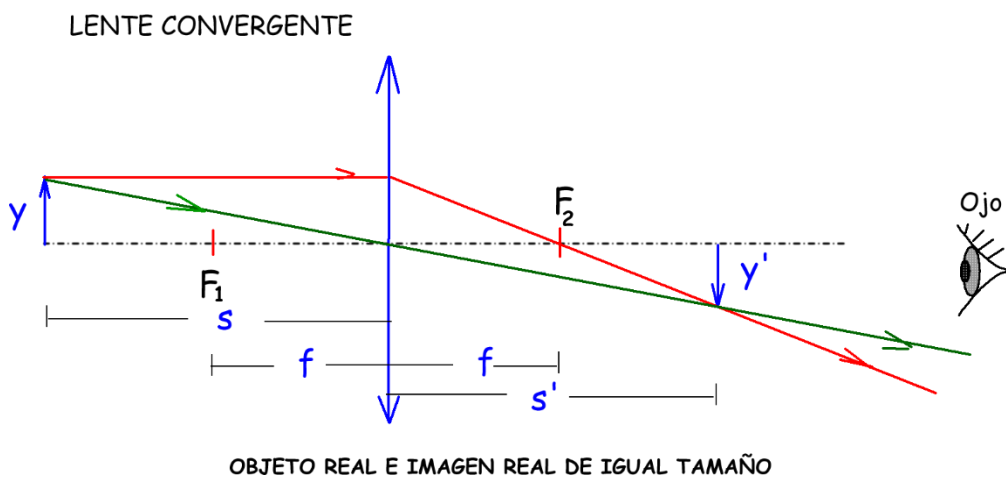


Figura 4-D

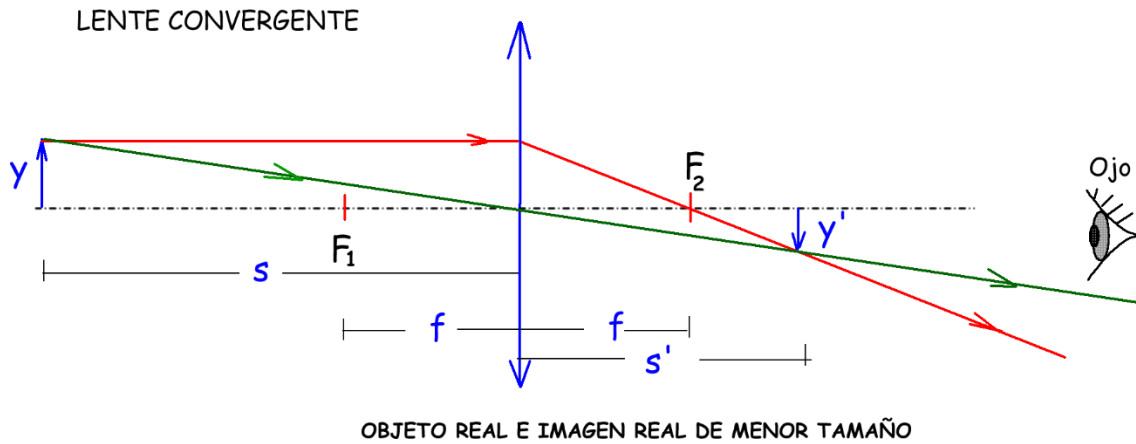


Figura 4-E

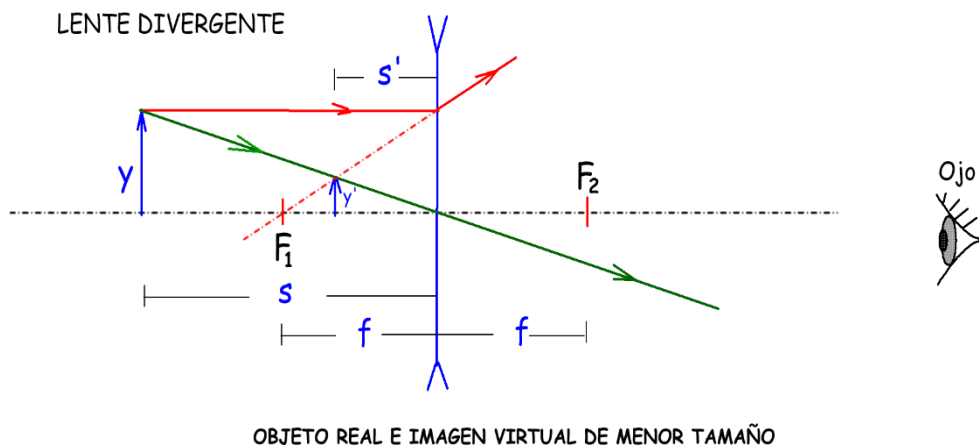


Figura 4-F

Ecuación básica en las lentes esféricas (convención DIN)

Para hacer el análisis algebraico de los sistemas formadores de imágenes se elegirá las denominadas normas DIN (Deustcer Industrie Normes -Normas de la Industria Alemana-) 1335 en donde:

- Las magnitudes lineales se consideran negativas hacia la izquierda del vértice del sistema óptico (punto CERO) y positivas a la derecha; es decir, como si el vértice estuviera situado en el origen de coordenadas (para una lente delgada será su centro). Por lo tanto para las lentes, **s (distancia objeto)** es negativa para objetos reales y positiva para objetos virtuales, **s' (distancia imagen)** es positiva para imágenes reales y negativa para imágenes virtuales, los **radios de curvatura** de las superficies de la lente **R₁** y **R₂** son negativos si sus centros están a la izquierda y positivos a la derecha. Las **distancias focales** objeto e imagen **f₁** y **f₂** son negativas si los focos están ubicados a la izquierda y positivos a la derecha.
- Las distancias al eje óptico se cuentan a partir de él y son positivas si están por encima del eje y negativas si están por debajo. Por lo tanto **y (tamaño del objeto)** es positiva para objetos "derechos" (por encima del eje óptico) y negativo para objetos "invertidos" (por debajo del eje

óptico), y' (**tamaño de la imagen**) es positiva para imágenes "derechas" (por encima del eje óptico) y negativa para imágenes "invertidos" (por debajo del eje óptico).

Para espejos esféricos bajo la aproximación paraxial se cumplen las siguientes ecuaciones,

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f_2} \quad [2]$$

$$M = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \quad [3]$$

La ecuación [2] permite realizar la gráfica de la Figura 5. La cual corrobora la información correspondiente a la Tabla 1.

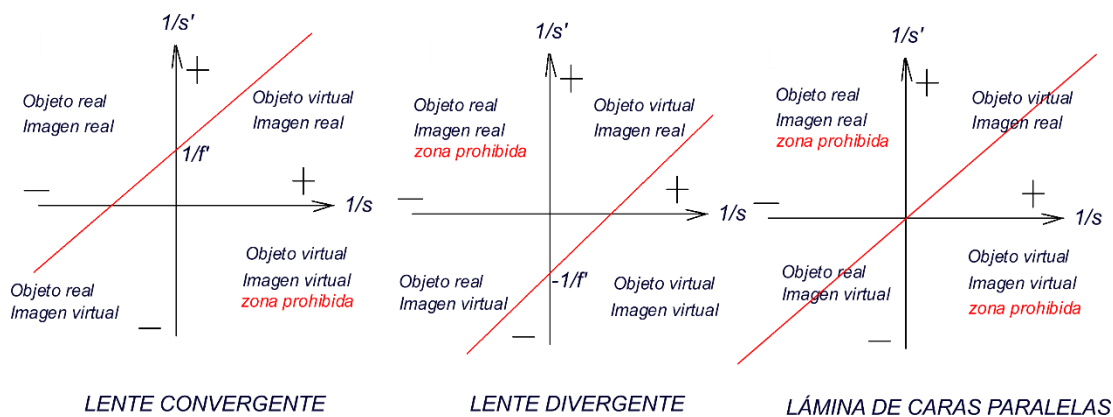


Figura 5

En el **APÉNDICE I** de esta sesión se ilustra un ejemplo de cómo calcular las distancias focales de una lente conocida su geometría y los índices de refracción de ella y del medio donde se encuentra sumergida.

En el **APÉNDICE II** se ilustra un ejemplo de cómo usar las ecuaciones [2] y [3].

APÉNDICE I

Ejemplo de cálculo de distancias focales

Hacer un bosquejo de las diferentes lentes delgadas posibles que se pueden obtener al combinar dos superficies de radios de curvatura de 10,0 cm y 20,0 cm. ¿Cuáles son convergentes y cuáles divergentes? Encontrar la distancia focal en cada caso. Suponer primero que las lentes son de vidrio sumergidas en aire y luego que las lentes son de aire sumergidas en vidrio. Tomar como índice de refracción del vidrio 1,50.

Solución:

En la Figura A-1 se ilustran cuatro bosquejos de lentes construidas con SRE de radios 10,0 cm y 20,0 cm. Como los índices de las lentes son mayores que el del medio donde están sumergidas las más gruesas en el centro son convergentes y las más delgadas divergentes.

Para calcular la distancia focal se emplea la expresión [1] bajo la convención de signos de las normas DIN.

$$\frac{1}{f_2} = \frac{(n' - n)}{n} \left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right] \quad [1]$$

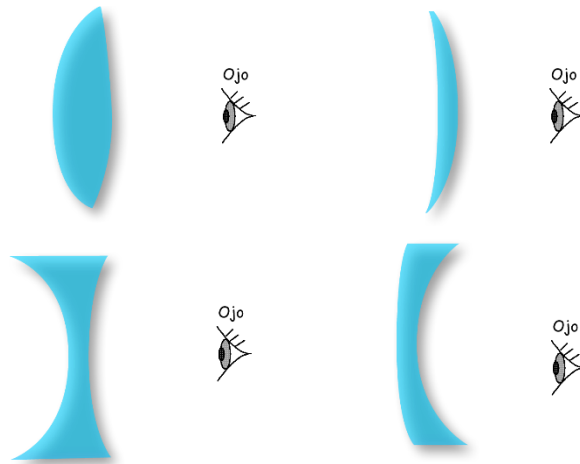


Figura A-1

Para la lente superior izquierda de la Figura A-1 se tiene:

$$n = 1,00 \quad n' = 1,50 \quad R_1 = 10,0 \text{ cm} \quad R_2 = -20,0 \text{ cm}$$

Por lo tanto,

$$f_2 = 13,33 \text{ cm}$$

Para la lente superior derecha de la Figura A-1 se tiene:

$$n = 1,00 \quad n' = 1,50 \quad R_1 = - 20,0 \text{ cm} \quad R_2 = - 10,0 \text{ cm}$$

Por lo tanto,

$$f_2 = 40,0 \text{ cm}$$

Para la lente inferior izquierda de la Figura A-1 se tiene:

$$n = 1,00 \quad n' = 1,50 \quad R_1 = -10,0 \text{ cm} \quad R_2 = 20,0 \text{ cm}$$

Por lo tanto,

$$f_2 = -13,33 \text{ cm}$$

Para la lente inferior derecha de la Figura A-1 se tiene:

$$n = 1,00 \quad n' = 1,50 \quad R_1 = 20,0 \text{ cm} \quad R_2 = 10,0 \text{ cm}$$

Por lo tanto,

$$f_2 = - 40,0 \text{ cm}$$

En la Figura A-2 se ilustran cuatro bosquejos de lentes construidas con SRE de radios 10,0 cm y 20,0 cm. Como los índices de las lentes son menores que el del medio donde están sumergidas las más gruesas en el centro son divergentes y las más delgadas convergentes.

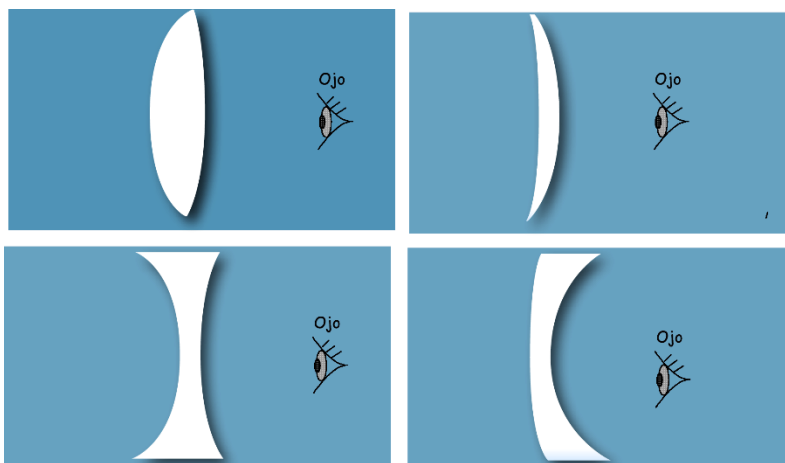


Figura A-2

Para la lente superior izquierda de la Figura A-2 se tiene:

$$n = 1,50 \quad n' = 1,00 \quad R_1 = 10,0 \text{ cm} \quad R_2 = -20,0 \text{ cm}$$

Por lo tanto,

$$f_2 = -20,0 \text{ cm}$$

Para la lente superior derecha de la Figura A-2 se tiene:

$$n = 1,50 \quad n' = 1,00 \quad R_1 = -20,0 \text{ cm} \quad R_2 = -10,0 \text{ cm}$$

Por lo tanto,

$$f_2 = -60,0 \text{ cm}$$

Para la lente inferior izquierda de la Figura A-2 se tiene:

$$n = 1,50 \quad n' = 1,00 \quad R_1 = -10,0 \text{ cm} \quad R_2 = 20,0 \text{ cm}$$

Por lo tanto,

$$f_2 = 20,0 \text{ cm}$$

Para la lente inferior derecha de la Figura A-2 se tiene:

$$n = 1,50 \quad n' = 1,00 \quad R_1 = -10,0 \text{ cm} \quad R_2 = -20,0 \text{ cm}$$

Por lo tanto,

$$f_2 = 60,0 \text{ cm}$$

APÉNDICE II

La potencia de una lente es de 5,00 dioptrías. (a) Si a 10,0 cm a su izquierda se coloca un objeto de 2,00 mm de altura, hallar la posición y el tamaño de la imagen: hacer el cálculo y el análisis gráfico. (b)

$$M = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} \quad [3]$$

Reemplazando $s = -10,0$ cm, $s' = -20$, cm, $y = 2,00$ mm se obtiene,

$$y' = 4,00 \text{ mm}$$

Como la lente es CONVERGENTE y $n' > n$ al menos una de las SRE debe ser convexa, por ejemplo la SRE 1, $R_1 = 10,0$ cm). Para calcular el radio de curvatura de la SRE 2 de la lente se emplea la ecuación del constructor,

$$\frac{1}{f_2} = \frac{(n' - n)}{n} \left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right] \quad [1]$$

Reemplazando $n = 1,00$, $n' = 1,50$, $R_1 = 10,0$ cm, $f_2 = 20,0$ cm, se obtiene,

$$R_2 \rightarrow \infty$$

Es decir la SRE 2 es plana. La lente entonces es plano-convexa, Figura A-4.



Figura A-4

Sistemas formadores de imágenes

Utilice SimulPhysics para resolver el cuestionario.

Intentos permitidos: 1

Límite de tiempo: 1 hora

Intente resolver el cuestionario ahora

Pregunta 1

Sin responder aún

Puntúa como 0.4

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Si un objeto real se ubica entre el foco objeto de una **lente convergente** y ésta, se obtiene una imagen

, , de tamaño que el objeto y ubicada en el espacio .

Pregunta 2

Sin responder aún

Puntúa como 0.4

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

En todos los sistemas convergentes si un objeto real se ubica entre el foco objeto y el sistema óptico se obtienen imágenes virtuales, derechas respecto al objeto y de mayor tamaño.

Seleccione una:

- Verdadero
 Falso

Pregunta 3

Sin responder aún

Puntúa como 0.4

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Si un objeto virtual se ubica entre el foco imagen de una **lente convergente** y ésta, se obtiene una imagen , , de tamaño que el objeto y ubicada en el espacio

.

Pregunta 4

Sin responder aún

Puntúa como 0.4

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Las imágenes reales de objetos virtuales son derechas respecto al objeto.

Seleccione una:

- Verdadero
 Falso

Pregunta 5

Sin responder aún

Puntúa como 0.4

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Una lente que es más gruesa en su centro y que tiene menor índice de refracción que el medio es divergente.

Seleccione una:

- Verdadero
 Falso

Pregunta 6

Sin responder aún

Puntúa como 0.4

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Con una **lente convergente** se pueden obtener imágenes virtuales de objetos virtuales.

Seleccione una:

- Verdadero
 Falso

Pregunta 7

Sin responder aún

Puntúa como 0.4

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Todas las imágenes reales son invertidas respecto al objeto.

Seleccione una:

- Verdadero
- Falso

Pregunta 8

Sin responder aún

Puntúa como 0.4

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Si un objeto real se ubica entre dos veces la distancia focal de una lente convergente y el infinito, se obtiene una imagen , , de tamaño que el objeto y ubicada en el espacio .

Pregunta 9

Sin responder aún

Puntúa como 0.4

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Si se ubica un objeto real en el foco objeto no se obtiene imagen. En otras palabras, la imagen se ubica en el infinito óptico.

Seleccione una:

- Verdadero
- Falso

Pregunta 10

Sin responder aún

Puntúa como 0.4

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Si un objeto real se ubica al frente de una lente divergente, se obtiene una imagen , , de tamaño que el objeto y ubicada en el espacio .

Pregunta 11

Sin responder aún

Puntúa como 0.4

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Si un objeto virtual se ubica entre el foco objeto de una lente divergente y ésta, se obtiene una imagen , , de tamaño que el objeto y ubicada en el espacio .

Pregunta 12

Sin responder aún

Puntúa como 0.4

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Si un objeto real se ubica al frente de una **lente convergente** a una distancia igual a dos veces la distancia focal, se obtiene una imagen , , de tamaño que el objeto y ubicada en el espacio .

Anexo N: Microscopio y ojo humano

Ojo y microscopio

Resuelva el presente cuestionario con base en los conceptos trabajados

Intentos permitidos: 1

Para contestar este cuestionario necesita conocer la contraseña

Límite de tiempo: 50 minutos

Pregunta 1

Sin responder aún

Puntúa como 0.6

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Si vamos a observar con el ojo directamente en un instrumento óptico, es necesario que la imagen dada por el instrumento sea .

Pregunta 2

Sin responder aún

Puntúa como 0.6

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Las imágenes generadas por las lentes de las gafas para compensar la miopía o la hipermetropía son objetos respecto al ojo

Pregunta 3

Sin responder aún

Puntúa como 0.6

 Marcar pregunta

 Editar pregunta

Si vamos a proyectar sobre una pantalla la imagen dada por un instrumento óptico, es necesario que la imagen dada por el instrumento sea .

Pregunta 4

Sin responder aún

Puntúa como 0.6

 Marcar pregunta Editar pregunta

Las imágenes generadas por las lentes de las gafas para compensar la miopía o la hipermetropía son respecto a las lentes de las gafas

Pregunta 5

Sin responder aún

Puntúa como 0.6

 Marcar pregunta Editar pregunta

La imagen generada por la lente objetivo del microscopio es

Pregunta 6

Sin responder aún

Puntúa como 0.6

 Marcar pregunta Editar pregunta

La imagen generada por el ocular del microscopio es

Pregunta 7

Sin responder aún

Puntúa como 0.6

 Marcar pregunta Editar pregunta

La imagen generada por la lente objetivo del microscopio es objeto para la lente ocular del microscopio

Pregunta 8

Sin responder aún

Puntúa como 0.6

 Marcar pregunta Editar pregunta

Las imágenes generadas por el ojo, las cuales se proyectan en la retina, son


Anexo O: Encuesta de satisfacción

Encuesta de satisfacción

Modo: Anónima

1. El material didáctico usado en la intervención fue de fácil adquisición y bajo costo. 


- Nunca
- Casi nunca
- Algunas veces
- Casi siempre
- Siempre

2. En la intervención se usaron adecuadamente las denominadas nuevas tecnologías de la información y la comunicación, NTIC (computador, internet, celulares, tablets). 

- Nunca
- Casi nunca
- Algunas veces
- Casi siempre
- Siempre

3. En la intervención las actividades realizadas fueron muy interesantes y agradables. Realmente disfruté este proceso de enseñanza aprendizaje. 

- Nunca
- Casi nunca
- Algunas veces
- Casi siempre
- Siempre

4. La condiciones ambientales (espacios, recursos utilizados, guías) han sido adecuadas para facilitar el proceso formativo: 

- Nunca
- Casi nunca
- Algunas veces
- Casi siempre
- Siempre

5. Los temas tratados en la intervención fueron interesantes:❶

- Nunca
- Casi nunca
- Algunas veces
- Casi siempre
- Siempre

6. La metodología empleada en la intervención (experimentos, relación con la vida cotidiana, discusiones en grupo actividades en general) fue apropiada:❶

- Nunca
- Casi nunca
- Algunas veces
- Casi siempre
- Siempre

7. El docente guió la intervención educativa adecuadamente:❶


- Nunca
- Casi nunca
- Algunas veces
- Casi siempre
- Siempre

8. La intervención te dejó gran interés en los temas tratados:❶


- Nunca
- Casi nunca
- Algunas veces
- Casi siempre
- Siempre

9. ¿Crees que la enseñanza de las ciencias naturales debe ser orientada con actividades experimentales?❶

- Nunca
- Casi nunca
- Algunas veces
- Casi siempre
- Siempre

10. ¿Crees que la enseñanza de las ciencias naturales debe ser orientada con actividades experimentales que incluyan el uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTIC)? 

- Nunca
- Casi nunca
- Algunas veces
- Casi siempre
- Siempre

11. Después de haber participado en esta intervención educativa quisiera repetir la misma experiencia con otros temas relacionados con las ciencias naturales: 

- Sí
- No

12. Recomendaría a otros compañeros participar de una intervención didáctica que usara una metodologías similar: 

- Nunca
- Casi nunca
- Algunas veces
- Casi siempre
- Siempre