



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Filosofía Letras y Ciencias de la Educación

Carrera de Matemáticas y Física

“Material didáctico para la enseñanza de tópicos de óptica”

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Licenciadas
en Ciencias de la Educación en
Matemáticas y Física

AUTORES:

Maritza Alexandra López Alvarado C.I: 0106545254

Correo: marylopez1996@hotmail.com

Karla Yomira Moncayo Chogollo C.I: 0302421474

Correo: karlym1995@gmail.com

DIRECTORA:

Mgt. Sonia Janneth Guzñay Padilla C.I: 0102140415

Cuenca – Ecuador
30-enero-2020



RESUMEN

El presente trabajo se centra en la elaboración de materiales didácticos para incorporarlos al momento de dar las clases de Óptica en la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca. Un problema frecuente es el de impartir las clases únicamente con una metodología que, por lo general, es el tradicionalismo, razón por la cual las clases se vuelven muy rutinarias. Por lo tanto, es importante emplear otras maneras y metodologías para motivar a que los estudiantes participen y se interesen por comprender la asignatura y obtengan un aprendizaje significativo. Para lo cual, se realizó una encuesta a los estudiantes que recientemente cursaron esta materia y una entrevista a los docentes encargados del área de Física. Analizando los resultados obtenidos, se pudo evidenciar que una de las dificultades que se presentan para la comprensión de los fenómenos físicos se evidencia cuando se intenta interpretar las imágenes de los libros de estudio. En cuanto a la metodología de enseñanza en la encuesta se menciona que la más apropiada es el constructivismo y por ende, el mejor aprendizaje se lo consigue al momento de estimular los sentidos manipulando los recursos didácticos y visualizando cada perspectiva de estos, también aseguran que no basta con tener los materiales didácticos sino que deben darse instrucciones para aprender a utilizarlos en las aulas, por lo que se contempla la elaboración de una guía didáctica.

Palabras clave: Recursos didácticos. Óptica. Constructivismo. Guía didáctica. Aprendizaje significativo.



ABSTRACT

The present work focuses on the elaboration of didactic materials to incorporate at the time of teaching Optics in the Mathematics and Physics career at the University of Cuenca. A frequent problem is to give classes with a methodology only that generally is the traditionalism, so the classes become very routine. For this reason it is important to employ other methodologies to motivate the students to participate in class and be interested in understanding the subject and obtaining a meaningful learning. For which, a poll was realized to students who recently studied the subject and also an interview was realized to the teachers of the Physics area. Analyzing the results obtained, it is affirmed that one of the difficulties presented for the understanding of the physical phenomena is evident when trying to interpret the images of the study books. As for the teaching methodology in the poll it is mentioned that the most appropriate is the constructivism and therefore, the best learning is obtained at the moment of stimulating the senses manipulating the didactic resources and visualizing each perspective of these, also ensuring that it is not enough to have the didactic materials but that the instructions should be given to learn how to use them in the classroom, so the elaboration of a didactic guide is contemplated.

Keywords: Didactic resources. Optic. Constructivism. Didactic guide. Meaningful learning.



INDICE

RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	3
AGRADECIMIENTOS.....	10
DEDICATORIAS.....	12
INTRODUCCIÓN.....	14
CAPITULO I.....	16
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	16
1.1. Problemáticas en el aprendizaje.....	16
1.1.1. Educación tradicionalista.....	17
1.2. El constructivismo.....	19
1.2.1. Orígenes del constructivismo.....	19
1.2.2. Definición de constructivismo.....	20
1.2.3. Representantes del constructivismo.....	21
1.3. Aprendizaje significativo.....	22
1.4. Enseñanza activa.....	24
1.5. Aprendizaje activo.....	25
1.5.1. Materiales didácticos.....	26
1.5.2. Guía didáctica.....	28
CAPITULO II.....	30
METODOLOGÍA Y RESULTADOS.....	30
2.1. Metodología.....	30
2.2. Población.....	30
2.3.1. Análisis de la encuesta.....	31
2.3.2. Análisis de la entrevista.....	37
2.4. Interpretación de resultados.....	43
CAPITULO III.....	44
PROPUESTA Y VALIDACIÓN.....	44
3.1. Introducción.....	44
3.2. Estructura de la propuesta.....	45



3.3. Matriz de planeación.....	46
GUÍA DIDÁCTICA.....	48
CONCLUSIONES.....	134
RECOMENDACIONES.....	136
REFERENCIAS.....	137
ANEXOS.....	140



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional.

Yo, Maritza Alexandra López Alvarado en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Material didáctico para la enseñanza de tópicos de óptica”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 30 de enero de 2020

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Maritza López', written over a horizontal line.

Maritza Alexandra López Alvarado

C.I: 0106545254



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional.

Yo, Karla Yomira Moncayo Chogllo en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Material didáctico para la enseñanza de tópicos de óptica” de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 30 de enero de 2020

Karla Yomira Moncayo Chogllo

C.I: 0302421474



Cláusula de Propiedad Intelectual.

Yo, Maritza Alexandra López Alvarado autora del trabajo de titulación “Material didáctico para la enseñanza de tópicos de óptica”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 30 de enero de 2020

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Maritza López', written over a horizontal line.

Maritza Alexandra López Alvarado

C.I: 0106545254



Cláusula de Propiedad Intelectual.

Yo, Karla Yomira Moncayo Chogollo autora del trabajo de titulación “Material didáctico para la enseñanza de tópicos de óptica”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 30 de enero de 2020

A handwritten signature in blue ink, consisting of a circular scribble with a star in the center and several vertical lines extending upwards and downwards.

Karla Yomira Moncayo Chogollo

C.I: 0302421474



AGRADECIMIENTO

A nuestro director el Dr. Santiago Avecillas, por brindarnos sus amplios conocimientos, por todo el tiempo dedicado, por su comprensión y apoyo moral.

Al Ing. Fabián Bravo y a la Mg. Sonia Guzñay por su motivación y respaldo en la consecución del presente trabajo.

También es mi deber agradecer a todos los profesores que fueron parte de mi formación académica, de manera muy especial a la Mg. Eulalia Calle por su gestión y todo el apoyo brindado para salir adelante.

Quiero agradecer a toda mi familia por ser el pilar fundamentad durante mi formación universitaria.

Finalmente agradezco a todos mis compañeros y amigos de la carrera con quienes compartí largos años de estudio, y a todas las personas, que directa o indirectamente estuvieron conmigo en la realización y culminación con éxito de este trabajo.

A todos ustedes mil gracias.

Maritza López A.



AGRADECIMIENTO

A Dios por su infinito amor y bondad que nos permite sonreír ante todos los logros obtenidos a lo largo nuestra vida, y por las pruebas que nos da para que aprendamos de nuestros errores y ser mejores seres humanos.

A mi familia por el apoyo incondicional que me brindaron a lo largo de la carrera y del desarrollo de esta tesis.

A todos mis profesores por brindarme su sabiduría y experiencias para prepararnos para nuestro futuro profesional como docentes.

Al Dr. Santiago Vecillas, director de nuestra tesis que con su confianza, paciencia y sus acertadas recomendaciones se pudo desarrollar de la mejor manera este trabajo de titulación.

Al Ingeniero Fabián Bravo, y la Magister Sonia Guñay quienes de manera desinteresada nos brindaron su apoyo para la realización de esta tesis.

A todos ustedes muchas gracias.

Karla Moncayo C.



DEDICATORIA

A mis padres, quienes me dieron la luz de la existencia, especialmente a mi madre Bertha por su dedicación y el amor brindado, y que desde su morada celestial estará compartiendo conmigo este triunfo.

A mi hermano Fabricio por todo su cariño y por ser mi apoyo permanente y que juntos hemos logrado superar todas las dificultades que se han presentado en nuestras vidas.

A mi familia materna, que con mucho amor y esfuerzo supieron abrirnos las puertas de su hogar y de su corazón y que fueron los pilares fundamentales para la culminación de mi carrera universitaria.

A mi abuelito y mi tía, quienes mientras vivían, estuvieron apoyándome y respaldándome en toda mi formación.

A todos ustedes que supieron comprenderme y me ayudaron a superar todos los momentos difíciles de mi vida.

Maritza López A.



DEDICATORIA

A mis padres Carlos Moncayo y Kela Chogllo, quienes con su amor incondicional, sus sabios consejos y su esfuerzo supieron guiarme para ser la persona que soy en la actualidad, todos mis logros se los debo a ustedes porque siempre me apoyan y me motivan a alcanzar mis sueños.

A mi hermana Verónica Moncayo y mi sobrino Alessandro Ochoa por su apoyo incondicional e inmenso amor.

A mi prima Lisseth Rodríguez por su compañía, cariño y apoyo durante toda mi vida.

Este nuevo logro en gran parte es gracias a ustedes.

Los amo.

Karla Moncayo C.



INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de titulación se refiere a la elaboración de materiales didácticos para impartir clases de Óptica, los fenómenos físicos relacionados con esta asignatura son visuales y a menudo sus clases se imparten en la pizarra, con los textos de estudio, el cuaderno y las hojas de trabajo, sin embargo esto no favorece a que se dé un aprendizaje significativo en los estudiantes sino un aprendizaje momentáneo. Por lo tanto, es indispensable utilizar otros métodos para generar una enseñanza activa y por consiguiente despertar el interés de los alumnos por aprender.

En el análisis de esta problemática se encontraron algunos causantes como: la complejidad de asignatura, la metodología de enseñanza, la falta de bases matemáticas, el interés de los alumnos, etc., esto se refiere a que la óptica es una asignatura compleja ya que sus conceptos son difíciles de interpretar y entender sin ningún apoyo, además la matemática que se requiere para su estudio es insuficiente. Además la metodología de enseñanza es la forma en como el docente imparte sus clases, lo que hace y utiliza para que sus estudiantes aprendan y se interesen por aprender.

La realización de este trabajo de titulación se debe al interés que tenemos por mejorar la manera de impartir las clases de óptica, además al profundizar en su estudio se pudo observar que esto se puede lograr introduciendo el constructivismo en las aulas de clase con la incorporación de materiales didácticos para su enseñanza, al hacer que los estudiantes se interesen por aprender mediante su manipulación.

En el primer capítulo se encuentra la parte teórica, donde se exponen las problemáticas que se presentan al impartir las clases de Física y en especial en la Óptica, entre ellas la metodología que se suele aplicar. Se mencionan aspectos sobre el constructivismo, como sus orígenes, su definición y sus principales representantes, resaltando a David Ausubel y haciendo hincapié en su aprendizaje significativo. Consecuentemente, se detalla acerca de la enseñanza activa y en especial sobre la importancia de los materiales didácticos y de su respectiva guía didáctica.

En el segundo capítulo se realiza el análisis de los resultados y gráficas obtenidas de la encuesta que se aplicó al noveno ciclo de la carrera de Matemáticas y Física del período Marzo-Agosto 2019 y de la entrevista dirigida hacia los docentes pertenecientes al área



de Física, en donde se contempla la falta de bases matemáticas y de alcanzar un aprendizaje significativo en los estudiantes.

En el tercer capítulo se presenta el desarrollo de la propuesta, la cual consiste en la elaboración de los materiales didácticos y en la creación de una guía de uso para los mismos acorde a los temas de cada clase y a sus tres momentos: anticipación, construcción y consolidación.

Durante el proceso de realización de este trabajo de titulación se presentaron algunas dificultades, la más relevante fue encontrar información sobre la enseñanza de la óptica, en general existen investigaciones en artículos que hablan de la enseñanza de la matemática, unos pocos de la física general o de alguna de sus ramas pero no de la óptica, entonces esto nos complicó al momento de redactar la fundamentación teórica.



CAPÍTULO I.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Problemáticas en el aprendizaje.

Los estudiantes reciben cada día información de diferentes fuentes como: el maestro, el hogar, el internet, los medios de comunicación masivos, redes sociales o la calle. Esta información puede ser nueva o ya conocida por el receptor, la cual en ocasiones no es relevante para las personas, por lo que no le dan importancia. En el caso de un aula de clase, los profesores proporcionan cierta información a sus estudiantes sobre un determinado tema, pero en algunos casos esta información no es clara, debido a que los maestros usan una terminología compleja o técnica, que leen en libros escritos por personas de otros países o que son traducidos; estos términos no están relacionados con el lenguaje que hablan los estudiantes o con su vida cotidiana y no los entienden.

El momento en el que el docente da su clase utilizando esta terminología técnica sin explicarles el significado de estos términos, se genera en los estudiantes muchas dudas e inclusive se llega a confundirlos, pues es algo desconocido para ellos, y por el miedo a preguntar se quedan con vacíos; mientras que el docente, al ver que no tienen ninguna inquietud, continúa avanzando con su materia.

Otro aspecto a considerar en la enseñanza de óptica es que los libros de texto relacionados con la materia poseen diagramas e ilustraciones que colocan los autores. Estos gráficos tratan de explicar los diferentes fenómenos luminosos y también los objetos ópticos como las lentes y espejos. Sin embargo, estas imágenes resultan difíciles de interpretar, en cierta parte por la gran información que poseen y porque el espacio en el que se encuentran estas figuras es muy reducido. En el caso de que el fenómeno a estudiar requiera ser analizado de manera tridimensional, su representación y comprensión se vuelve más compleja debido a que en una hoja de papel o en la pizarra solo se pueden hacer trazos de manera bidimensional.

Por lo que alcanzar un aprendizaje significativo no es fácil y se ha convertido en un problema a la hora de dar una clase, ya que implica muchos factores que deben tener en cuenta los docentes y también los estudiantes. Los maestros deben proporcionar todas



las herramientas necesarias para que sus discentes alcancen el aprendizaje del concepto, teoría, ley o fórmula del tema o para el caso de la óptica, el fenómeno que van a enseñar, y los alumnos deben saber aprovechar estas herramientas, usarlas para poder entender, relacionar con sus conocimientos previos y hacer que estos sean significativos para ellos, para que luego se conviertan en la base para nuevos conocimientos.

Por otra parte, la generación de ideas o imágenes mentales juegan un papel importante en la comprensión de conceptos o fenómenos relacionados con la materia de óptica. La falta de un referente previo para generar las imágenes mentales presenta un gran obstáculo para el aprendizaje de los conceptos y puede provocar el desinterés por parte de los estudiantes. En este contexto, el uso de material de apoyo tangible facilita la visualización del fenómeno y por lo tanto favorece su aprendizaje significativo.

1.1.1. Educación Tradicionalista.

Los métodos de enseñanza, tanto de la Física como de la Matemática, que se han usado por parte de los docentes fueron de la vieja escuela, la del método y orden que surgió en Europa en el siglo XVII llamada “Escuela Tradicional”. La educación tradicional se fundamentaba en la transmisión de conocimientos teóricos y la repetición de los mismos. Se daba el magistrocentrismo, debido a que el profesor era el centro del proceso educativo, pues se le consideraba como el poseedor de toda la información, quien organiza el conocimiento y lo que él decía era la verdad absoluta; mientras que los estudiantes eran únicamente receptores, sus mentes eran como recipientes donde el maestro depositaba los contenidos de las asignaturas, debían obedecer y replicar los conceptos como máquinas, por lo que la escuela era netamente teórica. En este modelo de educación también se podía apreciar un panorama sombrío y desalentador: los castigos, las rígidas normas, los directivos estrictos, un único método de enseñanza, la pasividad de los estudiantes, el verbalismo, etc.

El modelo de enseñanza antes mencionado ha provocado que el aprendizaje de los alumnos sea memorístico y repetitivo, es decir, un aprendizaje mecánico, el cual se relaciona de manera arbitraria y literal con la estructura cognitiva del estudiante (Moreira, 1997), en el que, para el caso de la Óptica, solo se estudia un fenómeno, su ley o teoría y su fórmula, para luego realizar varios ejercicios de aplicación. Este método no va más



allá, no llama la atención de los estudiantes, no los motiva a entender lo que están aprendiendo o conociendo, mucho menos a investigar sobre el tema y únicamente los alumnos lo memorizan para dar un examen y luego lo olvidan, es decir, que con el método tradicionalista los discentes no visualizan la parte práctica de la asignatura que se les imparte. Como lo menciona Benítez & Mora (2010), este tipo de educación: “tiene escasa efectividad en lograr un cambio conceptual aceptable de los conceptos de la Física” (p. 175). Por lo tanto, es un método anticuado que en vez de ayudar a que el estudiante tenga un verdadero aprendizaje, lo que hace es retrasarlo.

En la enseñanza de la Física aún existe un monólogo y no un diálogo entre docentes y estudiantes, se da una forma de imponer la verdad del docente hacia los alumnos. Moreira (2014) afirma que: “La Física, por ejemplo, es interpretada por los alumnos como un conglomerado de fórmulas, definiciones y respuestas correctas que deben ser memorizadas y reproducidas en las pruebas o exámenes” (p.46). Por lo tanto, el entrenar a los discentes para que respondan correctamente a las preguntas y problemas planteados en las evaluaciones, provoca que no tengan la predisposición para aprender; en este caso los conocimientos que adquieren son meramente mecánicos, sin posibilidad a la comprensión o a la capacidad para explicar lo que se aprende. Este tipo de enseñanza no estimula el aprender a aprender.

En la Óptica se presentan varios fenómenos, cada uno de estos con sus respectivas propuestas de diferentes científicos, las cuales se han demostrado y aceptado a lo largo de los años, pero como lo exponen Castiblanco & Vizcaino (2006): “el estudiante no le encuentra sentido al estudio de un conjunto de teorías y fórmulas que se inventaron los científicos (...)” (p. 675). Por lo que el aprendizaje de estos conceptos o teorías ya no es motivante ni significativo para el estudiante, debido a que sienten que estos conocimientos no les servirán para aplicarlos en su vida, tanto estudiantil como cotidiana; convirtiéndolos en aprendizajes desechables, que se los retiene por un período de tiempo corto. Lo que no permite el cuestionamiento y curiosidad por parte de los estudiantes en lo referente a los temas de la asignatura. Por lo que queda claro que enseñar no es sinónimo de transferencia de conocimientos.



1.2. El Constructivismo.

El proceso de enseñanza-aprendizaje ha sufrido cambios a lo largo del tiempo, la metodología de enseñanza más común es en la que el docente da una explicación magistral sobre el tema a tratar; el estudiante únicamente sigue el libro y toma apuntes de la información adicional proporcionada, luego se prepara para una evaluación en la cual el docente valorará su aprendizaje con una calificación cuantitativa: este método es el tradicional, el cual se da mediante la imitación, debido a que los formadores de los docentes utilizaron esta estrategia y también sus maestros, y así sucesivamente, como lo expresa Porlán (1995) “la razón fundamental por la que la mayoría de nosotros hemos dado o damos actualmente las clases siguiendo unos patrones bastante parecidos a los descritos es porque es la única forma como sabemos hacerlo” (p.5).

En la actualidad pocos son los profesores que se arriesgan a dar sus clases de forma innovadora y creativa, buscando lo que esté a nuestro alcance para lograrlo, ya sea: estrategias, recursos didácticos, TIC, o cambiando las metodologías de enseñanza, para garantizar un efectivo proceso de enseñanza – aprendizaje; es así que desde el Ministerio de Educación se ha solicitado a los docentes que se actualicen, tanto en sus conocimientos como en sus estrategias de enseñanza, pues a medida que avanza la ciencia y la tecnología, la educación también debe ir a la par. Dentro de las diferentes metodologías empleadas se encuentra la del constructivismo; este método es el que mediante sus teorías analiza por qué los alumnos no alcanzan un aprendizaje significativo y justifica los recursos que se realizarán para de cierta manera tratar de subsanar dicho problema.

1.2.1. Orígenes del constructivismo.

El constructivismo no es algo que nació en la actualidad, las ideas y pensamientos de los filósofos y pedagogos que han surgido a lo largo del tiempo han contribuido para lo que hoy denominamos como constructivismo. Desde los tiempos de Jenófanes (570-478 a. C.), quien decía que las teorías deben ser relacionadas con otras teorías para analizarlas de manera crítica y así poder validarlas. Los sofistas como Protágoras (485-410 a. C.) propugnaban la libertad de pensamiento, la democracia y la objetividad; para Protágoras



el conocimiento no se queda estancado en el tiempo, sino que varía según la percepción que tienen las personas de este, ya que él expresaba que: “El hombre es la medida de todas las cosas”, por lo que la verdad es relativa a cada persona. En el periodo helenístico se duda de que un conocimiento sea objetivo y que este será reproducido luego por muchas generaciones sin saber quién lo escribió.

Avanzando en la historia, Descartes (1596 – 1650), fue considerado como el precursor de las corrientes constructivistas; él pensaba que la opinión y la experiencia no eran suficientes para explicar la verdad, de ahí su frase: “Pienso luego existo”, que quiere decir que todo lo que se pretende realizar debe tener algo de duda para poder encontrar la verdad, por lo que se da espacio al razonamiento. Luego de Descartes, Galileo (1564 – 1642) propone un método experimental y Kant (1724 – 1804) la separación del racionalismo del empirismo; además expresa que el conocimiento de la realidad son representaciones internas que se desarrollan a lo largo del proceso evolutivo del hombre, por lo que es el mismo hombre quien construye todo su comportamiento.

Concluyendo con este breve análisis del origen del constructivismo, Aznar expresa que el constructivismo como modelo cognoscitivo carece de una perspectiva conceptual y epistemológica, pero desde este punto se pueden obtener hipótesis que constituyen los principios teóricos del mismo (Araya, Alfaro & Andonegui, 2007).

1.2.2. Definición de Constructivismo.

Todas las posturas expresadas en el tema anterior y algunas otras han contribuido para poder definir lo que hoy en día se conoce como constructivismo. Es una corriente pedagógica que pretende explicar la naturaleza del conocimiento humano, además intenta entregarle al estudiante las herramientas necesarias para que él aprenda por sí mismo, es decir, que el alumno es el actor principal de su aprendizaje, debido a que él construye su propio conocimiento en base a conocimientos previos, como lo expresan Serrano y Pons (2011): “el conocimiento es un proceso de construcción genuina del sujeto y no un despliegue de conocimientos innatos ni una copia de conocimientos existentes en el mundo externo” (p.3).



De tal manera que se pretende un aprendizaje activo por parte de los estudiantes, algo que va totalmente en contra del enfoque tradicionalista en el cual a los discentes se los consideraba como actores pasivos de la educación, cuya única función era la repetición de contenidos. Por lo que, para generar este tipo de aprendizaje, se debe implementar en las clases algún apoyo de carácter didáctico que contribuya a que en el proceso de enseñanza-aprendizaje se involucren también los estudiantes, y así lograr que este aprendizaje sea significativo.

1.2.3. Representantes del constructivismo.

Existen varios autores que desde la perspectiva constructivista se dedicaron al estudio de las falencias en la educación y han propuesto sus teorías respecto a los métodos empleados para la enseñanza, ya que como Moreira (1997) menciona: “Una buena enseñanza debe ser constructivista, promover el cambio conceptual y facilitar el aprendizaje significativo” (p.1).

Jean Piaget (1896 – 1980) con su Teoría Constructivista del Aprendizaje plantea que el aprendizaje se construye mediante estructuras cognitivas que permitirán al estudiante comprender la realidad, es decir, para Piaget el aprendizaje es evolutivo, por lo que en sus estudios él distingue cuatro estados de desarrollo cognitivo que son: sensoriomotor, preoperacional, operaciones concretas y operaciones formales, los cuales se desarrollan en determinadas etapas del crecimiento del niño.

Lev Vygotsky (1896 – 1943) piensa que el aprendizaje debe ser guiado y que las personas deben aprender con la ayuda de los que tienen más conocimiento, por lo que el rol del maestro es activo en este proceso; además expresa que este aprendizaje está condicionado por la sociedad en la que se desarrolla el niño. Vygotsky también plantea que las actividades mentales del niño se desarrollan mediante vías de descubrimiento como: la construcción de significados, los instrumentos del desarrollo cognitivo y las zonas de desarrollo próximo (ZDP).

Jerome Bruner (1915-2016) dedicó mucho tiempo de su vida a estudiar la forma como las personas aprenden desde niños, por lo que, desarrolló varias teorías; una de ellas fue la Teoría Cognitiva, en la que destaca tres modelos de aprendizaje como: el modelo



enactivo es lo que realizamos los primeros días de vida, y la información se procesa a través de los sentidos, el modelo icónico justifica el uso de imágenes y dibujos para obtener información de algún tema, y el modelo simbólico se refiere al uso del lenguaje oral y escrito mediante los cuales se accede a los contenidos de aprendizaje. Otra teoría de Bruner es la del Aprendizaje por Descubrimiento, en la que se pretende que las personas obtengan el conocimiento por sí mismos y estos han de ser descubiertos por los alumnos progresivamente, además este aprendizaje debe ser guiado por los docentes.

David Ausubel (1918 – 2008) es quien aporta con sus concepciones sobre el aprendizaje significativo, y es sobre este tema que se realizará un análisis a profundidad. Ausubel fue psicólogo y pedagogo; en 1963 escribió su libro denominado “Teoría del aprendizaje significativo verbal”, en el expresa sus ideas sobre la enseñanza y el aprendizaje, resume su pensamiento con la siguiente frase: *"Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente"*. Esto quiere decir que, todo lo que el alumno aprenda se debe relacionar con lo que él ya conoce, por lo que el docente puede realizar una prueba diagnóstica para saber cuáles son estos, para de ellos partir y obtener los nuevos conocimientos. La teoría del aprendizaje significativo se ha mantenido vigente hasta la actualidad; esta aborda elementos que garantizan la adquisición, la asimilación y la retención del contenido que se le proporciona al alumnado, de modo que adquiera significado para el mismo (Rodríguez, 2004).

1.3. Aprendizaje significativo.

El aprendizaje significativo depende de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información que recibe el alumno (Ausubel D, 1983). Este aprendizaje no debe ser seguido al pie de la letra, como está en un libro, sino que se debe explicar de diferentes maneras el fenómeno o los contenidos de la asignatura buscando el entendimiento del alumno. Como lo expresa Ausubel, N (1983): “las ideas se relacionan con algún aspecto existente específicamente relevante de la estructura cognoscitiva del alumno, como una imagen, un símbolo ya significativo, un concepto o una proposición” (p.18). Por lo que, como docentes, tenemos la tarea de proporcionarles información adecuada, oportuna, efectiva y veraz.



Ausubel distingue tres tipos de aprendizaje significativo, estos son:

- aprendizaje representacional. - consiste en retener la palabra y asociarla con lo que esta representa.
- aprendizaje de conceptos. - en él se generalizan los conceptos de algún fenómeno u objeto y se los representa con algún símbolo.
- aprendizaje proposicional. - este consiste en usar las palabras y formar oraciones o proposiciones, las que a su vez formarán un concepto (Viera, 2003).

Para obtener un aprendizaje significativo se debe seguir ciertas condiciones como: que el estudiante esté predispuesto a aprender y que el docente proporcione un material que tenga un significado lógico, es decir, que se relacione con la estructura cognitiva del que aprende, y además que las ideas que se proporcione permitan la interacción con el nuevo material; de esta manera se garantizará un proceso de enseñanza-aprendizaje eficaz (Rodríguez, 2004).

Por lo que es fundamental el interés que tiene el estudiante ante la materia a tratar, pues sin éste no existiría un verdadero aprendizaje y solo quedaría como un conocimiento más a memorizar para las pruebas, con lo que se retorna a la escuela tradicionalista debido a la mera repetición de conceptos o ejercicios; como lo mencionan Ausubel, Novak Y Hanesian (1976): “si la intención del alumno consiste en memorizar arbitraria y literalmente (como una serie de palabras relacionadas caprichosamente), tanto el proceso de aprendizaje como los resultados del mismo serán mecánicos y carentes de significado.”(p.2)

Asimismo, es importante la manera y el material con los cuales el maestro aborda los temas y los presenta a sus discentes, ya que con esto puede influir para que los estudiantes deseen asistir a sus clases, presten atención, realicen preguntas e inclusive que investiguen más sobre la asignatura y que puedan tener un aprendizaje significativo. Y no caer en dar clases con temor como lo expresa Ausubel, Novak y Hanesian (1976): *... consiste en que, por un nivel generalmente elevado de ansiedad, o por experiencias de fracasos crónicos en un tema dado que reflejan, a su vez, escasas aptitud o enseñanza deficientemente y de ahí que, aparte del aprendizaje por repetición, no encuentren ninguna otra alternativa que el pánico* (p.2).



1.4. Enseñanza Activa

Para que los estudiantes lleguen a un aprendizaje significativo, los docentes deben actuar como guías, facilitadores u orientadores del conocimiento, para lo cual deben emplear metodologías encaminadas a que los discentes logren el aprendizaje requerido, debido a que no existe una única manera de enseñar o una técnica que sea efectiva y que todos los estudiantes aprendan con ella, por lo que se han desarrollado varios métodos de enseñanza para que el docente analice la situación de enseñanza aprendizaje en la que se encuentra y decida cuál utilizar.

Una de estas metodologías son las de enseñanza activa, en donde el estudiante no es solamente el receptor de los conocimientos que le imparte el docente, sino que participa activamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje; además esta metodología de enseñanza motiva a los discentes a seguir aprendiendo, a ser más curiosos, a investigar, a tener un aprendizaje autónomo; esto significa que se da un aprendizaje activo por parte del alumno (Gaité, 2012).

Las metodologías de enseñanza activa son un camino que se sigue para transmitir los contenidos; además se refieren a la manera como los maestros presentan y utilizan los diferentes recursos didácticos para garantizar una educación efectiva para los estudiantes, las cuales, como lo menciona Cáliz (2011): “constituyen una forma interesante de presentación del conocimiento y una respuesta a las preguntas de qué, cómo, cuándo y dónde enseñar.” (p.8).

El “qué enseñar” se refiere a todos los contenidos relacionados con la asignatura que el docente selecciona y con estos elabora un sílabo o planificación para dar sus clases durante el ciclo académico; estos nuevos conocimientos deben relacionarse con la vida cotidiana de los estudiantes, es decir, que las características que posee el contenido puedan ser generalizadas y estar vinculadas con lo que ellos ya conocen, para que puedan aprender sin ninguna dificultad (Eggen, Kauchak, Mehaudy & Libedinsky, 1999).

“Cómo enseñar” es uno de los cuestionamientos que más se hacen los docentes, ya que a medida que ha cambiado la educación los profesores también han cambiado su forma de enseñar: por ejemplo primero están los docentes transmisores del conocimiento,



quienes son los que más existen en la actualidad a pesar de que como ya se había mencionado, la educación ha evolucionado; luego apareció el profesor “artesano”, quien basándose en su experiencia en las aulas elabora sus propios recursos profesionales como libros, artículos, etc.; después está el docente “tecnológico”, el que realiza planificaciones para sus clases y las imparte usando elementos tecnológicos, y finalmente están los docentes “descubridores”, quienes apoyan a sus estudiantes para que sean ellos los que construyan su conocimiento (González & Elortegui, 1996). Cada uno de los docentes antes mencionados tienen su lado bueno y su lado malo, pero lo ideal sería que exista un docente que sea capaz de tomar lo mejor de cada modelo de profesor que se ha presentado y basándose en la realidad del aula, elabore su estrategia de enseñanza.

Por otra parte, el “cuándo enseñar” se refiere a que todas las actividades programadas por el docente para dar sus clases deben adaptarse a las necesidades de sus estudiantes, al ritmo en que ellos pueden captar un conocimiento nuevo; además el docente debe establecer los tiempos de aprendizaje de sus alumnos, también organizar y secuenciar los contenidos para que estos sean entendibles facilitando el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Finalmente “dónde enseñar” representa el lugar donde se realizará el proceso de enseñanza-aprendizaje; el aula de una institución educativa es la más usada para realizar dicho proceso ya que es donde se da la educación formal, pero cualquier espacio es ideal para que se dé la enseñanza, pues mientras el estudiante esté dispuesto a aprender, además pueda interactuar con su entorno o con algún tipo de recurso didáctico, el docente puede aprovechar los recursos que el entorno le brinde o usar los materiales que él mismo construya o consiga para dar su clase; de esta manera el aprendizaje será más significativo para sus alumnos.

1.5. Aprendizaje activo.

En cuanto al concepto de aprendizaje activo, como lo mencionan Bonwell y Eison citados por Navarro (2006), es la “realización de distintas actividades por parte de los estudiantes acompañada de la reflexión sobre las acciones que están llevando a cabo.”(p.174). Con lo que los estudiantes dejan de ser seres únicamente pasivos para convertirse en participantes activos del aprendizaje, los cuales interiorizan y construyen



los conocimientos en el momento en el que desarrollan actividades correspondientes al tema expuesto, todo relacionado con sus aprendizajes base. Entonces el papel que desempeña el docente es de facilitador del conocimiento, complementa los saberes, aclara dudas, profundiza los temas vistos y realiza la retroalimentación, para que los discentes logren el aprendizaje requerido, que tenga un significado, es decir, que entiendan para qué y por qué le sirve lo que aprende. Esto puede darse con clases dinámicas en las cuales se utilicen material didáctico para dar la explicación de los contenidos haciendo que ellos participen.

Además, en el aprendizaje activo los estudiantes hacen, experimentan e interactúan con el maestro, sus compañeros y con los materiales que encuentran a su alrededor o que el docente les proporciona. Esto les permite ser más independientes y tener más confianza a la hora de participar en clase y expresar sus ideas u opiniones, ya que como lo expresan Schwartz & Pollishuke, (1995): “En un ambiente auténtico de aprendizaje activo, los alumnos participan escuchando de manera activa, hablando de forma reflexiva, mirando con la atención centrada en algo, escribiendo con un fin determinado, leyendo de manera significativa y dramatizando de modo reflexivo” (p. 20). Entonces el estudiante es el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje, es responsable de su aprendizaje. Este tipo de aprendizaje promueve el desarrollo de capacidades de aprendizaje individual ya que se basa en el aprender haciendo.

1.5.1. Materiales didácticos.

Una manera para que se dé un aprendizaje activo y significativo es brindarles a los estudiantes materiales didácticos; estos son recursos que ayudan tanto al docente como al alumno en el proceso de enseñanza-aprendizaje, facilita la adquisición de información a través de la estimulación de los sentidos como: al presentar un video se estimula los sentidos de la vista y la audición o al manipular un objeto los sentidos de la vista y el tacto.

Hoban, Finn y Dale, citados por Ogalde y Bardavid, mencionan algunas ventajas que se presentan al momento de usar materiales didácticos, las cuales son:



1. Proporcionan una base concreta para el pensamiento conceptual y, por tanto, reducen las respuestas verbales sin significado de los alumnos.
2. Tienen un alto grado de interés para los alumnos.
3. Hacen que el aprendizaje sea más duradero.
4. Ofrecen una experiencia real que estimula la actividad de los alumnos.
5. Desarrollan la continuidad de pensamiento; esto es especialmente válido en lo que se refiere al uso de la televisión y las películas.
6. Contribuyen al aumento de los significados y, por tanto, al desarrollo del vocabulario.
7. Proporcionan experiencias que se obtienen fácilmente a través de otros materiales y medios, y contribuyen a la eficiencia, profundidad y variedad del aprendizaje.

Como materiales didácticos se pueden emplear: materiales auditivos, de imagen fija como fotografías y transparencias, materiales gráficos como acetatos, carteles y pizarrón, materiales impresos como los libros o revistas, materiales mixtos como películas y videos, materiales tridimensionales, y materiales electrónicos como la computadora, el celular y el proyector. Dentro de los materiales tridimensionales se encuentran las maquetas o material concreto; por tanto, mediante la manipulación de dichos objetos los estudiantes obtienen una mejor comprensión y al mismo tiempo se genera un interés en ellos por asistir y participar en clases.

La principal representante del uso de estos materiales es María Montessori, ya que con ella nació el término y la utilización de éstos. Montessori fue una médica italiana que, a pesar de la oposición de su padre, trabajó con los “niños idiotas”, denominados así por estar en un manicomio y además los consideraban ineducables, cuestión que cambió al empezar a darles objetos para que al manipularlos pudieran tener una visión del mundo, pues como ella creía: la mano como instrumento del ojo; estos niños alcanzaron los mismos aprendizajes que los “niños normales”, pues al momento de dar las respectivas pruebas obtuvieron calificaciones mayores que ellos (Montessori, 2013).

Al usar material concreto en las aulas, los estudiantes pueden visualizar el evento que se pretende enseñar; además pueden juzgar la validez de lo que el docente está afirmando ya que se genera un espacio de discusión y reflexión en el que pueden realizar preguntas o expresar opiniones sobre lo que se está hablando (Báez & Hernández, 2002). Los



estudiantes también pueden construir su conocimiento manipulando estos materiales con la guía del profesor, ya que su ayuda es insustituible; además pueden usar un libro o una guía didáctica de estos recursos, ya que el material concreto no es un reemplazo de estos, sino un complemento y cada uno cumple funciones específicas que facilitan la comprensión y hacen que el aprendizaje sea más significativo para los alumnos (Ballesta, 1995).

1.5.2. Guías didácticas.

Una guía didáctica es un instrumento de enseñanza-aprendizaje que se utiliza para guiar y facilitar este proceso; estas guías pueden ser para el docente o para el estudiante. Para el docente se denomina guía del docente, es un documento detallado de planificación que se realiza para las clases de determinada asignatura; mientras que para el estudiante se llama también guía de estudio, es una herramienta que contribuye a que obtenga un aprendizaje autónomo.

La guía docente es importante porque permite al profesor tener una referencia de la manera en la que se desarrolla su clase y lo que se espera que los estudiantes aprendan y realicen durante la misma mediante diferentes actividades de anticipación, construcción y consolidación en las que puede o no incluir materiales didácticos, además del contenido teórico del tema. La guía docente se presenta de manera física o virtual, esto depende de la forma en la que decida el maestro.

Para la elaboración de una guía didáctica, como lo menciona Aretio (2009), se contemplan los siguientes elementos:

- **Presentación:** en esta parte se detalla la información general sobre la asignatura, la guía didáctica y los autores.
- **Objetivos generales:** se especifica lo que se quiere conseguir con la guía didáctica.
- **Índice:** se presenta el contenido de la guía didáctica con sus respectivas páginas.
- **Prerrequisitos:** se refiere a los conocimientos previos que debería poseer el estudiante para iniciar el estudio de la materia.
- **Materiales:** se detalla todos los materiales que se van a usar conjuntamente con la guía.



- Contenidos: se expone cada una de las clases que se desarrollarán en la guía con sus respectivas actividades.
- Bibliografía: es una lista de las referencias utilizadas para la elaboración de la guía.



CAPÍTULO II

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

2.1. Metodología

Se planteó como objetivo averiguar si se da un aprendizaje significativo en la asignatura de Óptica, la metodología más adecuada para impartir las clases de esta materia y saber si la propuesta tiene aceptación por parte de los estudiantes así como también de los docentes de la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca. Se empleó un enfoque mixto para el análisis metodológico debido a las dos formas de investigación: la cuantitativa y la cualitativa.

La investigación cualitativa es descriptiva, emplea preguntas abiertas para que los investigados puedan expresar su punto de vista acerca del tema de estudio, la información obtenida es amplia debido a la diversidad de respuestas subjetivas, mientras que la investigación cuantitativa es más estructurada que la cualitativa, utiliza un cuestionario de preguntas objetivas preparadas por el investigador con opciones de respuesta acorde a los objetivos y la hipótesis planteada (López, N & Sandoval, I, 2016).

2.2. Población.

En cuanto a la forma cuantitativa, se utiliza como técnica de investigación la encuesta, cuya población es el noveno ciclo de la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca, 28 estudiantes inscritos en el período Marzo – Julio del 2019 que aprobaron la asignatura de Óptica cuyo instrumento de aplicación es un cuestionario con preguntas cerradas. Además, para la forma cualitativa, se aplicó la técnica de la entrevista; como instrumento se elaboró un cuestionario con preguntas abiertas con el cual se entrevistó a 4 docentes del área de Física de la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca; cada sesión fue grabada y posteriormente se transcribió lo más importante para realizar una comparación entre las respuestas.

2.3.1. Análisis de la Encuesta.

Pregunta 1 ¿Cuánto conoce acerca de la Óptica?

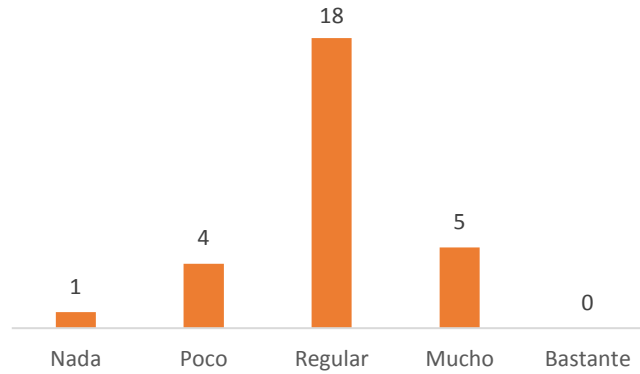


Figura 1. ¿Cuánto conoce acerca de la Óptica?

El que 18 estudiantes consideren que conocen medianamente la asignatura es un indicador de que a pesar de haber cursado la materia, no obtuvieron un aprendizaje realmente significativo, es decir, quedaron espacios vacíos teóricos o prácticos con respecto a la Óptica. Por lo que, pudo darse el caso de que la metodología de enseñanza no fue la más adecuada o que existió una falta de interés por parte de los discentes. Por otra parte, únicamente 5 estudiantes de los 28 entrevistados aseguran conocer mucho de la materia, sin embargo representan una minoría de la población.

Pregunta 2 ¿Considera que los conocimientos matemáticos que posee son suficientes para el estudio de la Óptica?

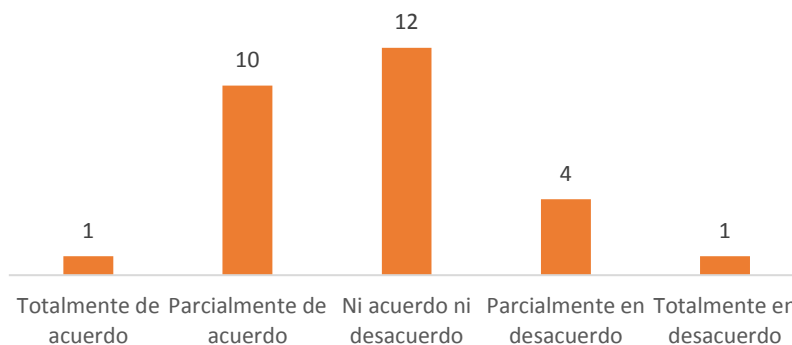


Figura 2. ¿Considera que los conocimientos matemáticos que posee son suficientes para el estudio de la Óptica?

El 42,86% de los estudiantes consideran que su nivel de conocimientos matemáticos son intermedios para el estudio de la Óptica, mientras que un 17,86% opinan que sus

conocimientos no son aptos para cursar esta materia. Uno de los pilares fundamentales para la comprensión de esta asignatura es la base matemática; pues para la resolución y el entendimiento de muchos de los temas se emplean conceptos matemáticos de un nivel más avanzado a los que se poseen antes de cursar la disciplina.

Pregunta 3 ¿Qué metodología de enseñanza considera que es la adecuada para las clases de Óptica?

Tabla 1
Metodología más adecuada para la enseñanza de la Óptica

Metodologías	Nº de Estudiantes	Porcentaje (%)
Tradicionalismo	0	0%
Conductismo	4	14,3%
Constructivismo	20	71,4%
Conductismo-Constructivismo	3	10,7%
Tradicionalismo-Constructivismo	1	3,6%
Total	28	100%

Lo que tratamos de hacer es que en las clases de Óptica, el estudiante sea el eje principal del proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo que, como se evidencia con un 71,43 %, el constructivismo es la metodología idónea para alcanzar este objetivo. De esta manera el estudiante, al ser partícipe de la construcción de sus conocimientos, consigue un aprendizaje significativo.

Pregunta 4 ¿Considera que con el aprendizaje activo (aprender haciendo) el estudiante realmente alcanza un aprendizaje significativo?

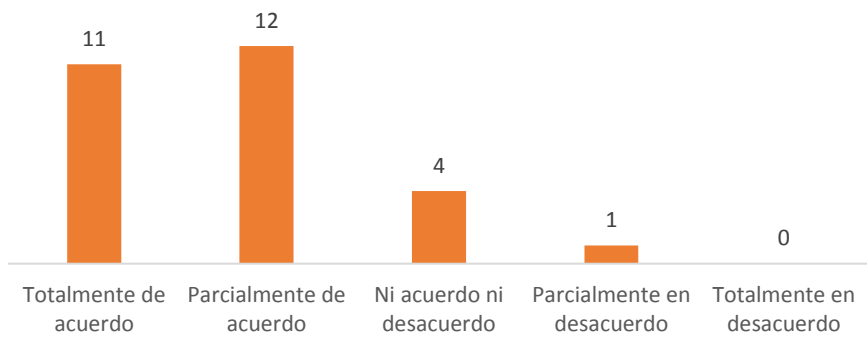


Figura 3. ¿Considera que con el aprendizaje activo el estudiante realmente alcanza un aprendizaje significativo?

El 82,14 % de los encuestados están de acuerdo que los estudiantes alcanzan un aprendizaje significativo cuando ellos se involucran en el proceso de enseñanza-

aprendizaje, es decir, que la mayoría de los estudiantes aprenden haciendo, interactuado con sus compañeros, el docente y los materiales de aprendizaje.

Pregunta 5. Señale el nivel de dificultad que presenta en la comprensión de las imágenes de los fenómenos que se encuentran en el libro; siendo 1 muy fácil y 5 muy difícil.

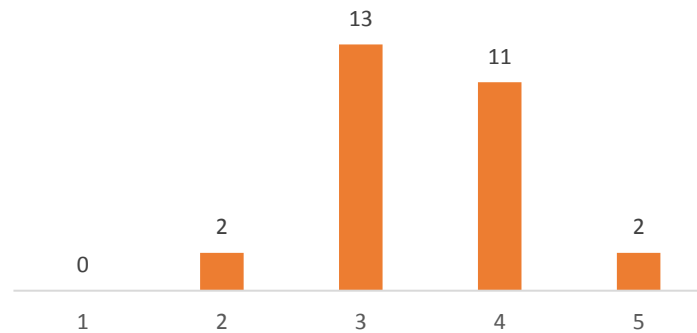


Figura 4. Nivel de dificultad en la comprensión de las imágenes de los fenómenos que se encuentran en el libro.

Un 46,43% de los estudiantes tienen un nivel regular al momento de entender las imágenes de los libros, sin embargo un 39,29% afirman tener un nivel difícil. Si los estudiantes tienen un nivel medio en tanto a la comprensión de las ilustraciones, es un problema al momento de interpretarlas, pues no se está completamente convencido de lo que representan, por lo que un limitante para el entendimiento de los fenómenos físicos son las gráficas que se encuentran en los libros de estudio.

Pregunta 6 ¿Considera que el tamaño de las ilustraciones en los libros es el adecuado?

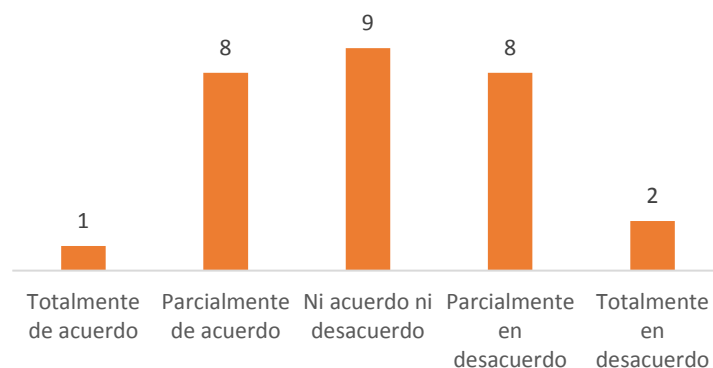


Figura 5. ¿Considera que el tamaño de las ilustraciones en los libros es el adecuado?

El tamaño de las ilustraciones es indispensable para la visualización de los elementos que contienen, de manera que este debería ser suficiente para que se pueda entender el

fenómeno que representa; por lo que el 32,14 % de los encuestados piensan que el tamaño de las ilustraciones es adecuado, pero el 35,71 % consideran que no es adecuado, por lo que cuando fueron estudiados no presentaron las características necesarias para entender el tema.

Pregunta 7 ¿Ha utilizado material didáctico?

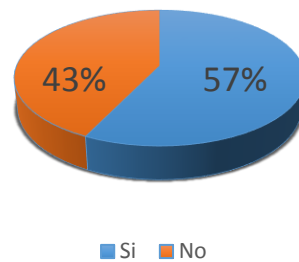


Figura 6. ¿Ha utilizado material didáctico?

El que más de la mitad de estudiantes haya utilizado material didáctico, permite conocer que nuestra propuesta presenta una alternativa más para enseñar a los estudiantes, generando en ellos el interés por asistir a clases y la curiosidad por averiguar lo que representan los objetos y sus significados.

Pregunta 8 ¿En qué medida está de acuerdo en que el uso de material didáctico favorece al aprendizaje significativo?

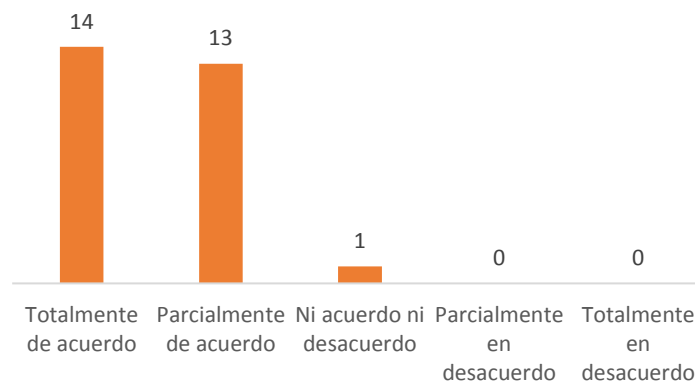


Figura 7. ¿En qué medida está de acuerdo en que el uso de material didáctico favorece al aprendizaje significativo?

Un total de 96,43% afirman que el uso de material didáctico favorece al aprendizaje significativo, ya que permiten una mejor comprensión, en este caso, del fenómeno físico

que representan, pues al momento de estimular no solo el sentido de la vista sino también el sentido del tacto, facilita que se dé un verdadero aprendizaje.

Pregunta 9 Los materiales didácticos ¿permiten visualizar de mejor manera los fenómenos descritos en los textos?

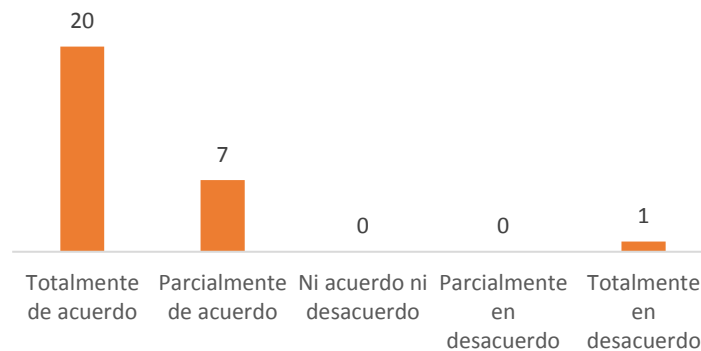


Figura 8. Los materiales didácticos ¿permiten visualizar de mejor manera los fenómenos descritos en los textos?

Un total de 96,43 % de los encuestados están totalmente de acuerdo que mediante los materiales didácticos se puede visualizar de mejor manera los fenómenos descritos en los libros de Óptica, por lo que una imagen de ellos no es suficiente para entenderlos, es decir, que los estudiantes prefieren aprender la Óptica mediante el uso de materiales didácticos.

Pregunta 10 ¿Está usted de acuerdo con la incorporación de material didáctico para la enseñanza de la Óptica en el laboratorio de física de la carrera de Matemáticas y Física?

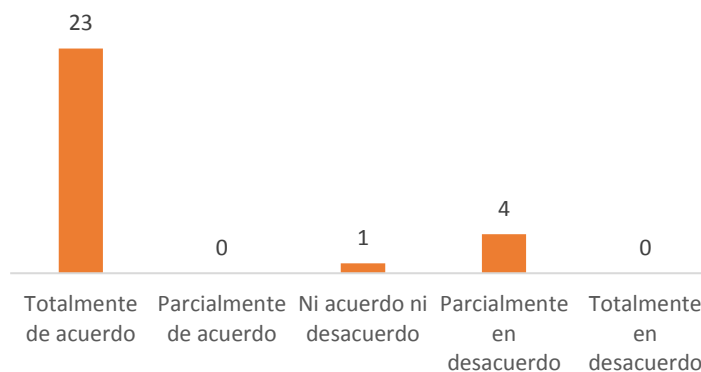


Figura 9. ¿Está usted de acuerdo con la incorporación de material didáctico para la enseñanza de la Óptica en el laboratorio de física de la carrera de Matemáticas y Física?

Se nota un apoyo sustancial de 23 estudiantes en cuanto a la propuesta pues, como en otras asignaturas, se evidencia que el uso de material didáctico facilita la comprensión de

los temas y genera a los docentes otra alternativa para impartir los temas a estudiar y no únicamente dar una clase magistral.

Pregunta 11 ¿Considera que una guía didáctica favorece el proceso de enseñanza-aprendizaje?

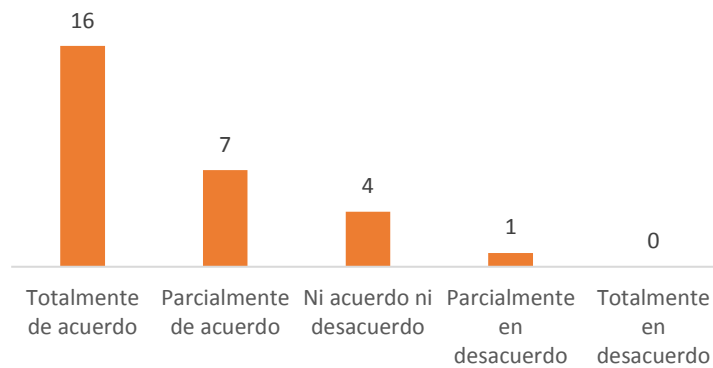


Figura 10. ¿Considera que una guía didáctica favorece el proceso de enseñanza-aprendizaje?

En suma, 23 estudiantes piensan que una guía didáctica facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo que, el tener material didáctico es muy importante, pero el saber utilizarlo se vuelve indispensable tanto para los docentes como para los estudiantes, debido a que la guía sirve como apoyo para desarrollar las clases detallando en esta las actividades a realizarse.



2.3.2. Análisis de la Entrevista.

Tabla 2.

Análisis de la Entrevista

Preguntas	Docente 1	Docente 2	Docente 3	Docente 4	Comparación.
<p>1. ¿Considera que los conocimientos matemáticos que poseen los estudiantes son suficientes para el estudio de la Óptica? y ¿Por qué?</p>	<p>La matemática no es suficiente, faltan algunos temas que fueron omitidos por el recorte del currículo como: funciones exponenciales, convoluciones, variable compleja, transformadas. Se da un capítulo Introductorio para la base matemática.</p>	<p>No, los estudiantes no ven a la matemática como utilidad para la Óptica, por lo que no manejan la parte matemática</p>	<p>La Óptica que yo doy es un capítulo de la física llamada "Electricidad, Ondas y Calor " es una óptica geométrica, pero sé que existe una Óptica como asignatura y en esta sí se necesita conocimientos matemáticos más avanzados que los estudiantes no poseen.</p>	<p>En general se debe dar una especie de nivelación de los temas matemáticos que tal vez no vieron en ciclos anteriores o que son complejos y un recordatorio de los que ya conocen.</p>	<p>Los cuatro docentes coinciden en que los conocimientos matemáticos que poseen los estudiantes no son suficientes para cursar la asignatura de Óptica debido a que han sido excluidos por rediseño o porque los estudiantes no ven a la matemática como de utilidad para la óptica, por lo tanto considera que debe existir un capítulo de nivelación de estos temas matemáticos.</p>
<p>2. ¿Qué metodología de enseñanza considera que es la adecuada</p>	<p>La Óptica tiene que ser impartida siguiendo los</p>	<p>Una mezcla de todo, por ejemplo el método tradicional y la</p>	<p>Considero que una metodología participativa sería la</p>	<p>Existen muchas metodologías, pero las que más uso es la clase</p>	<p>La mayoría de los entrevistados consideran que debe existir una combinación de metodologías entre</p>



<p>para las clases de Óptica? y ¿Por qué?</p>	<p>lineamientos de la escuela tradicional</p>	<p>enseñanza activa para que los estudiantes tengan interés y no únicamente sean seres pasivos.</p>	<p>más conveniente, en donde los estudiantes puedan intervenir, hablar, reflexionar y compartir, porque allí es donde más se aprende.</p>	<p>magistral y el aprendizaje basado en problemas porque lo que se aplica con los estudiantes es que aparte del apoyo del profesor sean ellos quienes van analizando los problemas y aprendan por su cuenta.</p>	<p>la tradicional y la enseñanza activa o participativa, en la que además de la explicación del docente los estudiantes también intervengan en este proceso para que tengan interés por aprender.</p>
<p>3. ¿Con qué dificultades se ha encontrado al momento de dar clases de Óptica?</p>	<p>Dos dificultades: faltante de matemática en los estudiantes y la complejidad de la asignatura, falta la capacidad de abstracción y conceptualización</p>	<p>Matemáticos y por el apresuramiento de los estudiantes para aplicar las fórmulas.</p>	<p>La mayor dificultad es cuando los estudiantes aplican las expresiones o fórmulas matemáticas para resolver los problemas, pero eso va acompañado de un método gráfico y a veces no comparan lo gráfico con lo</p>	<p>La complejidad más frecuente con la física es el nivel de complejidad de los conceptos físicos y la abstracción de los mismos, hay situaciones de Óptica en la que uno tiene que tratar de que los estudiantes se imaginen</p>	<p>La dificultad más frecuente que han tenido los docentes es la complejidad de los conceptos y la abstracción de la materia, además también consideran que los estudiantes tienen dificultades al momento de aplicar las fórmulas matemáticas para la resolución de los problemas.</p>



matemático y ahí se produce una confusión. lo mismo que se quiere explicar lo que es muy difícil.

4. Con respecto a las ilustraciones de los libros de estudio, los fenómenos que en ellas se representan, ¿qué tan difícil es para los estudiantes interpretarlos? y ¿Por qué?

Los fenómenos físicos son tridimensionales, sin embargo se plasman en algo bidimensional como lo son las hojas de papel. Pero se requiere una visión tridimensional del fenómeno para tener las diferentes vistas que facilitan la comprensión y la enseñanza del tema.

Es complicado que se entiendan los fenómenos únicamente viendo el gráfico que se presentan en los textos.

Es difícil de interpretar porque los fenómenos ópticos son visuales y esto no se puede evidenciar directamente en una hoja plana.

La mayoría de los fenómenos físicos están en movimiento y eso no se puede evidenciar en un gráfico en un texto y si el estudiante no sabe cómo interpretar lo que está estudiando en ese tema no lo va a entender.

Los entrevistados concuerdan que los fenómenos ópticos y en general los físicos no se pueden evidenciar completamente en un gráfico en hoja de papel, debido a que estos son visuales, tridimensionales o están en movimiento.



<p>5. ¿Considera que los estudiantes alcanzan un buen aprendizaje en esta asignatura? ¿Por qué?</p>	<p>Estudiantes desinteresados van a conseguir aprendizajes mediocres, por otro lado estudiantes dedicados van a obtener aprendizajes confiables. El que quiere aprender aprende con el peor maestro y el que no quiere aprender ni con el mejor maestro.</p>	<p>No, porque cuando somos estudiantes no estamos en el aula para aprender sino para pasar el ciclo. Se consiguen buenos aprendizajes cuando el alumno tiene la necesidad y el interés en aprender.</p>	<p>Considero que mientras están estudiando sí llegan a un nivel de conceptualización bastante bueno, lamentablemente la Física al igual que las matemáticas si no se practica se olvida lo que se aprende.</p>	<p>Si el maestro sabe llegar al estudiante pienso que ellos sí aprenden, o por lo menos tienen las bases para poder seguir aprendiendo por su cuenta.</p>	<p>Los entrevistados consideran que mientras se está estudiando, los alumnos aprenden ya sea porque les gustó la materia o para pasar el ciclo, por lo que con el paso del tiempo se olvidan, pero ellos cuentan con las bases para luego seguir aprendiendo por sí mismos.</p>
<p>6. De encontrarse aplicando métodos experimentales de enseñanza, ¿considera que de esta manera el estudiante realmente alcanza un mejor aprendizaje?</p>	<p>Definitivamente sí, sobre todo con los estudiantes interesados, utilizando los recursos didácticos existentes y las prácticas de laboratorio. No hay mejor manera de</p>	<p>Sí, cuando se experimenta, se hace y se descubre se aprende. Siempre el maestro tiene que ser una guía para los estudiantes.</p>	<p>Sí, porque va de la mano la práctica con la teoría, y en este caso los fenómenos ópticos se pueden evidenciar mejor de manera experimental.</p>	<p>Mediante la experimentación se demuestra que se cumple lo que está escrito en un texto relacionando la teoría con la práctica y motiva a los estudiantes a aprender.</p>	<p>Los docentes piensan que siempre va de la mano la práctica con la teoría, por lo que al experimentar los estudiantes aprenden haciendo y descubriendo, lo que les motiva a seguir aprendiendo.</p>



aprender algo que
haciéndolo.

**7. ¿Considera que la
incorporación de
material didáctico
favorece al aprendizaje
de esta asignatura?**

Sí, mientras mayor es el número de recursos didácticos que utiliza el docente y/o el estudiante, son mejores los aprendizajes que logra el estudiante. Pues el manipular el material didáctico es motivante y adicional a esto se generan grupos de trabajo.

Siempre es útil, pero cuando lo utiliza el estudiante, pues de esa manera aprende siempre y cuando se da un acompañamiento, una guía.

Sí, notablemente porque si se aplica la metodología activa y esto va acompañado de recursos, eso le va a dar una motivación a los estudiantes y un nivel de eficacia mayor.

En general utilizar un material didáctico es muy importante porque ayuda a mejorar la enseñanza y por ende el aprendizaje, porque el docente los saca provecho al momento de utilizarlos para dar sus clases.

Los entrevistados concuerdan que los materiales didácticos son muy útiles para impartir las clases porque estos ayudan en la explicación de los temas, pues al manipularlos generan curiosidad en los estudiantes por conocer para qué sirven y esto los motiva a seguir aprendiendo; mientras mayor sea el número de recursos que posee el docente, mejor será el aprendizaje para sus alumnos.



8. ¿Cree que el material didáctico con su respectiva guía para su uso, favorezcan el proceso de enseñanza-aprendizaje en esta asignatura?	Sí, si el docente es nuevo y no maneja los aparatos, el disponer de una guía favorece al maestro. Desde el punto de vista del estudiante, aprende lo que observa y escucha de parte de su maestro y mientras mejor se utilicen los materiales, mayor es el beneficio para el estudiante.	Sí, siempre y cuando sea para el estudiante.	Sí, porque cuando se tiene un material didáctico y este no tiene su respectiva guía de manejo se va a tener dificultades para saber de qué se tratan y no se van a poder usarlos.	Hay muchos recursos que son construidos según la realidad de su institución, pero si alguien los quiere llevar a otro contexto es necesario contar con una guía didáctica ya que esta indica cómo usar estos materiales.	Los docentes piensan que la guía didáctica es muy importante, ya que esta indica para qué sirven estos recursos y cómo utilizarlos para dar las respectivas clases.
--	--	--	---	--	---



2.4. Interpretación de resultados.

De los resultados de la encuesta, podemos evidenciar que los conocimientos matemáticos no son los suficientes para cursar esta asignatura; en tanto a la metodología de aprendizaje que se debe aplicar se menciona que el constructivismo es la más idónea, debido a que el aprender haciendo es efectivo para que se dé un verdadero aprendizaje en los discentes. Con respecto a la propuesta de incorporar material didáctico y su respectiva guía de uso, se muestra un gran apoyo por parte de los estudiantes que cursaron esta materia, pues indican que esto favorece al aprendizaje significativo.

Refiriéndonos a las respuestas de la entrevista, los docentes afirman la falta de conocimientos matemáticos. En tanto a la metodología, se sugiere que sea una combinación del tradicionalismo y de la enseñanza activa. Consideran que los conceptos de esta materia son complejos, más aún cuando se trata de visualizar fenómenos en un medio bidimensional como lo es una hoja de papel, por lo que también se encuentran de acuerdo con la propuesta, pues señalan que al momento de manipular y experimentar con los materiales didácticos los alumnos se interesan por la asignatura al mismo tiempo que se motivan para aprender.

En consecuencia en los dos enfoques de investigación aplicados se evidencia que existe una falencia en la parte matemática que se requiere para cursar la Óptica. En la metodología se aprecia que la mayoría de docentes se encuentran de acuerdo al mencionar que deben darse las clases con una metodología combinada al igual que 4 estudiantes. Finalmente, tanto docentes como estudiantes apoyan la incorporación de los recursos didácticos propuestos.



CAPITULO III

PROPUESTA Y VALIDACIÓN

3.1. Introducción

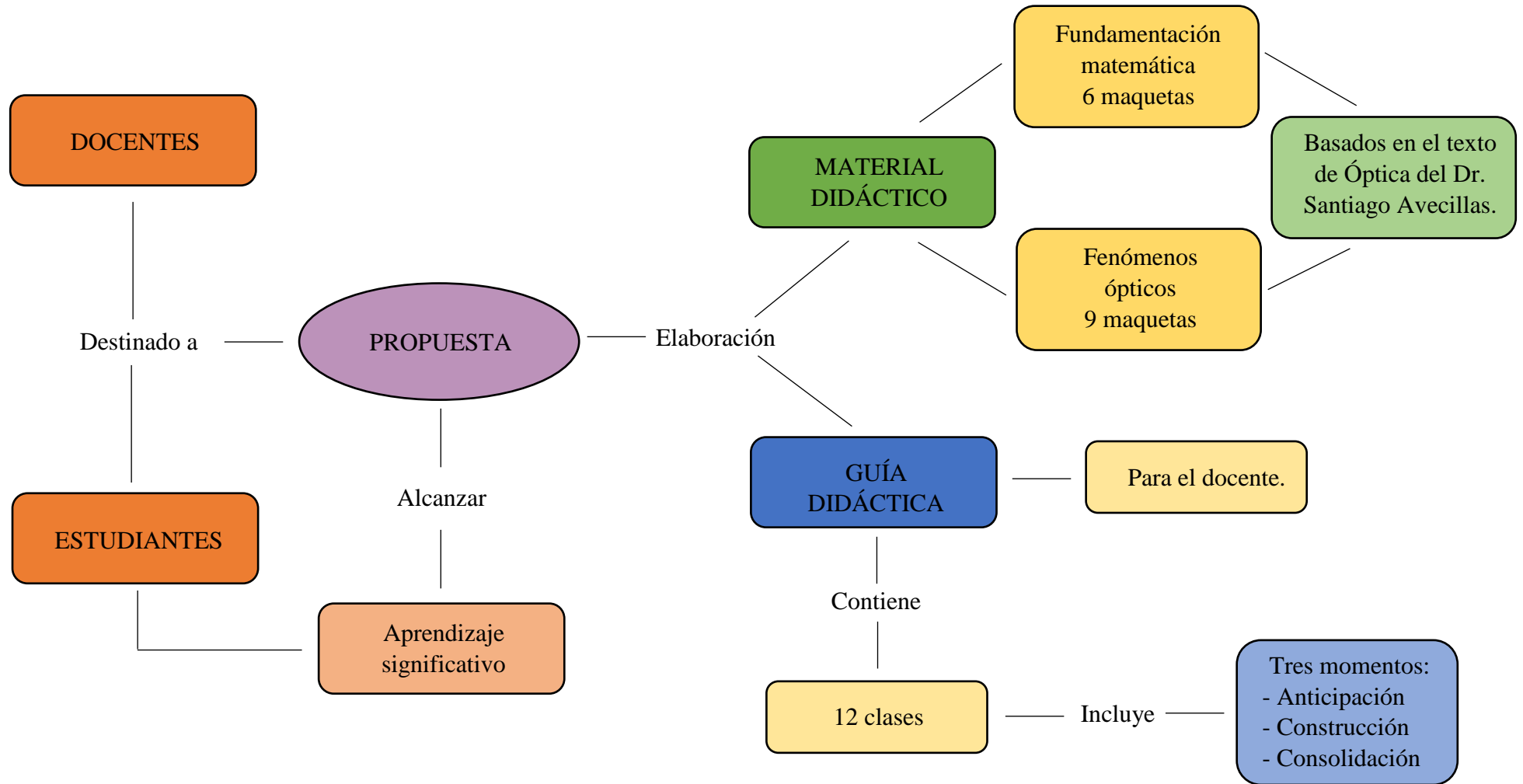
En este capítulo se desarrolla la propuesta del presente trabajo de titulación denominado “Material Didáctico para la enseñanza de tópicos de Óptica”, enfocado en la elaboración de un conjunto de materiales concretos, estos se basan en las ilustraciones de los diferentes temas de la obra de Óptica del Dr. Alberto Santiago Avecillas Jara, y una guía didáctica complementaria a estos destinada al docente como apoyo para impartir las clases correspondientes a cada maqueta.

Se construyó 15 materiales concretos que servirán a docentes y estudiantes de la carrera de Matemáticas y Física, de los cuales 9 son específicamente de fenómenos ópticos, mientras que se decidió que los 6 restantes correspondan a la fundamentación físico-matemático debido a que en el análisis de los resultados de la encuesta y la entrevista aplicadas se menciona la falta de conocimientos matemáticos para abordar la asignatura. Estos materiales son duraderos ya que han sido fabricados de latón en una maquina a chorro de agua y arena, además son manipulables y llamativos lo cual genera el interés en el estudiante para el estudio de los temas tratados.

En la guía didáctica antes de cada clase se presenta una fotografía de la maqueta y se especifica los elementos de cada material, seguido de esto se ha planteado los tres momentos de una clase: anticipación, construcción y consolidación, en los que se desarrolla varias actividades empleando las maquetas que ayudan a que esta sea constructivista, encaminadas a generar un aprendizaje significativos en los estudiantes. Como soporte para creación de la parte teórica se ha recopilado información de textos tanto físicos como digitales de Óptica.



3.2. Estructura de la propuesta.



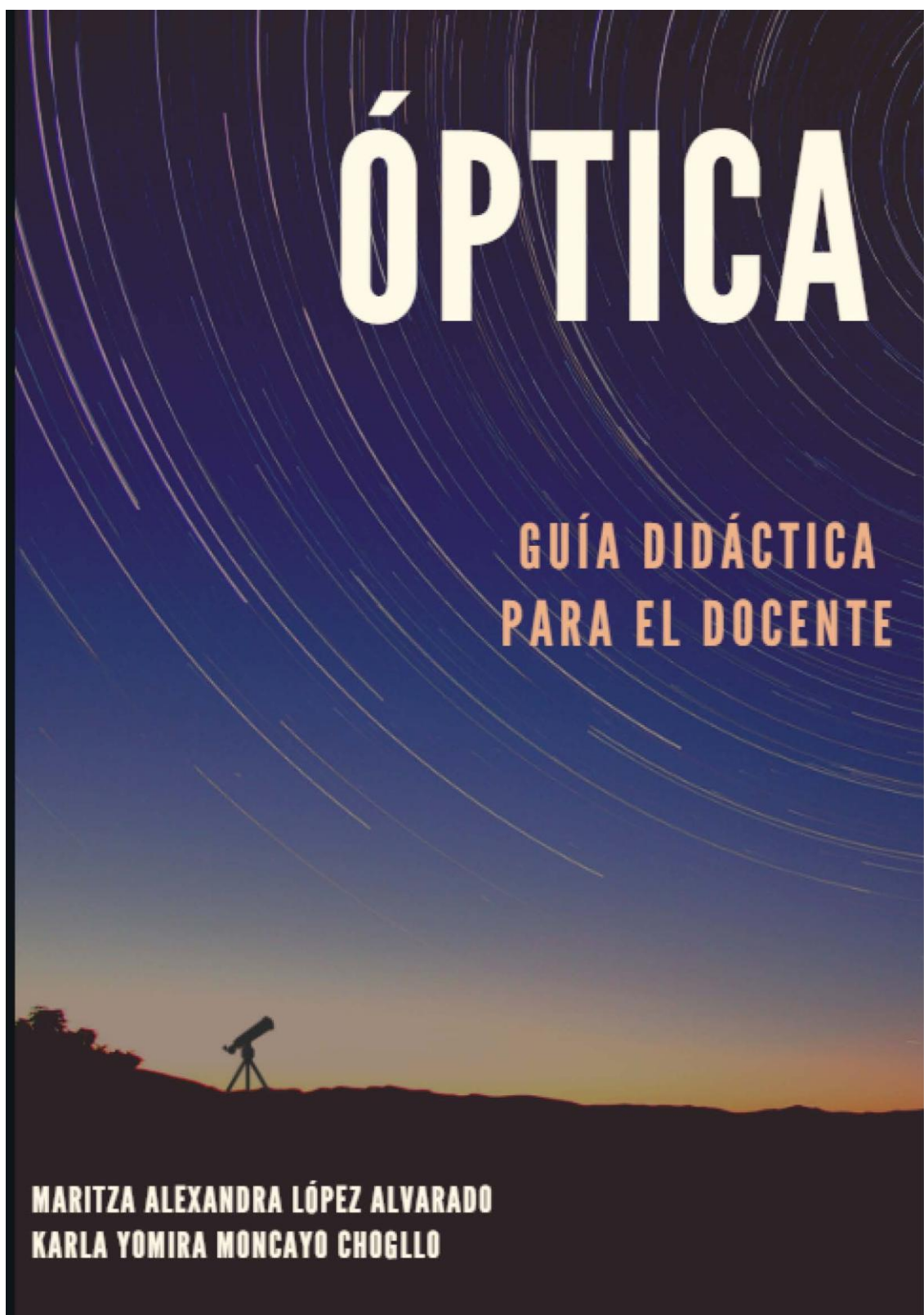
3.3. Matriz de planeación

En la siguiente tabla se detalla los diferentes materiales didácticos y los temas a los que se refieren, estos a su vez se dividieron de acuerdo a las subunidades y unidades pertenecientes al libro de Óptica del Dr. Santiago Avecillas.

Unidad	Subunidad	Tema	Material didáctico
Fundamentos físico-matemáticos	Nivelación matemática	Expresiones complejas	Parámetros del producto real e imaginario
		Series de Fourier	Series de Fourier
		Transformadas y transformadas inversas de Fourier	Diagrama de las funciones $f(x)$ y $F(K)$
		Convolución y teorema de convolución	Diagrama $g_1(x)$, $-g_1(x)$
	Diagrama $g_2(x)$, $-g_2(x)$		
	Ondas y ondas electromagnéticas	Ondas tridimensionales planas	Onda tridimensional plana
Geometría de las ondas	Óptica geométrica	Fenómenos de refracción	Corrimiento de un rayo de luz
		Espejos esféricos	Espejo cóncavo
		Refracción en interfaces esféricas	Formación de imágenes en una interface esférica
		Sistemas de lentes delgadas	Sistema de lentes delgadas 1
			Sistema de lentes delgadas 2



		Lentes gruesas	Formación de imágenes en una lente gruesa
		Sistemas de lentes gruesas	Formación de imágenes en un sistema de lentes gruesas
		Sistemas ópticos	Anteojo de Galileo
Óptica electromagnética	Polarización	Suma de ondas de la misma frecuencia	Suma de fasores



CLASE 1



EXPRESIONES COMPLEJAS

MATERIAL DIDÁCTICO

PARÁMETROS RELACIONADOS CON LOS PRODUCTOS: REAL E IMAGINARIO

TEMA: EXPRESIONES COMPLEJAS

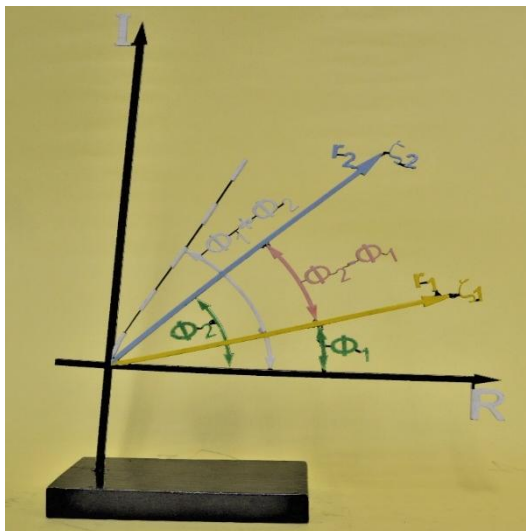


Tabla de información sobre el material didáctico.

ELEMENTO	COLOR	CANTIDAD	REPRESENTA
Flecha vertical	Negro	1	Eje real
Flecha horizontal	Negro	1	Eje imaginario
Primera flecha oblicua	Amarillo	1	Número complejo ζ_1
Segunda flecha oblicua	Celeste	1	Número complejo ζ_2
Línea entrecortada	Blanco/Negro	1	
Primer arco con dos flechas	Verde	1	Argumento del número complejo ζ_2
Segundo arco con dos flechas	Blanco	1	Argumento de la suma de los números complejos ζ_1 y ζ_2
Tercer arco con dos flechas	Verde	1	Argumento del número complejo r_1
Cuarto arco con dos flechas	Rosado	1	Argumento de la resta de los números complejos ζ_1 y ζ_2
Letra ϕ_1	Verde	1	Número complejo ζ_1
Letra ϕ_2	Verde	1	Número complejo ζ_2



Letra $\phi_1+\phi_2$	Rosado	1	Argumento del número complejo ζ_2
Letra $\phi_2-\phi_1$	Celeste	1	Argumento de la suma de los números complejos ζ_1 y ζ_2
Letra r_1	Amarillo	1	Módulo del número complejo ζ_1
Letra ζ_1	Amarillo	1	Número complejo ζ_1
Letra r_2	Celeste	1	Módulo del número complejo ζ_2
Letra ζ_2	Celeste	1	Número complejo ζ_2
Letra R	Blanco	1	Eje real
Letra I	Blanco	1	Eje imaginario
Base	Negro	1	



Expresiones Complejas

OBJETIVO: Analizar las expresiones complejas para utilizarlas en el estudio de la física de las ondas.

Anticipación:



Solicitar a los estudiantes que completen el organizador gráfico acerca de los números complejos.

Fuente:
<https://www.flaticon.com>

Dato curioso:
René Descartes dio el nombre de "números complejos", mientras que Euler denominó a "i" como la unidad imaginaria.



Luego pedir que relacionen con una línea el concepto con su ecuación, para recordar aspectos de los números complejos.

$$\zeta = a + bi$$

Forma exponencial

$$\zeta = r(\cos\phi + i\sin\phi)$$

Forma cartesiana

$$\zeta = re^{i\phi}$$

Parte real de un número complejo

$$z = x + yi$$

Forma general

$$\zeta = \text{Re}(\zeta) + i\text{Im}(\zeta)$$

Forma algebraica

$$\text{Re}(\zeta) = \frac{1}{2}(\zeta + \zeta^*) = a$$

Parte imaginaria de un número complejo

$$\text{Im}(\zeta) = \frac{1}{2}(\zeta - \zeta^*) = bi$$

Forma trigonométrica

Dato curioso:
Existen funciones algebraicas de variable compleja, $w = f(z)$ en las que, $z = x+yi$



Fuente:
<https://www.flaticon.com>

Recordar a los estudiantes que el módulo (r) y el argumento (ϕ) de un número complejo se obtiene mediante:

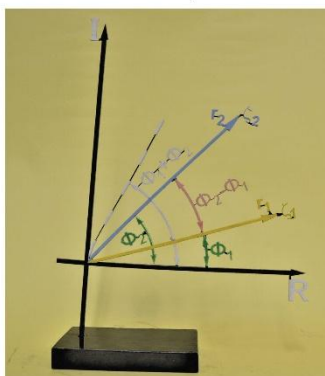
$$r = |\zeta| = \sqrt{\zeta \cdot \zeta^*} = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$\phi = \text{Tan}^{-1}\left(\frac{b}{a}\right)$$

Construcción:

Operaciones con números complejos

Utiliza la maqueta y reconoce los parámetros que se encuentran en las diferentes ecuaciones, relacionados a las operaciones de dos números complejos, ζ_1 & ζ_2 .



Suma-resta

$$\zeta_1 + \zeta_2 = (a_1 + a_2) + (b_1 + b_2)i$$

$$\zeta_1 - \zeta_2 = (a_1 - a_2) + (b_1 - b_2)i$$

Multipliación

$$\zeta_1 \cdot \zeta_2 = (a_1 a_2 - b_1 b_2) + (a_1 b_2 + a_2 b_1)i$$

$$= r_1 r_2 [\text{Cos}(\phi_1 + \phi_2) + i \text{Sen}(\phi_1 + \phi_2)] = r_1 r_2 e^{i(\phi_1 + \phi_2)}$$

División

$$\frac{\zeta_1}{\zeta_2} = \frac{a_1 a_2 + b_1 b_2}{a_2^2 + b_2^2} + \frac{a_2 b_1 - a_1 b_2}{a_2^2 + b_2^2} i$$

$$= \frac{r_1}{r_2} [\text{Cos}(\phi_1 - \phi_2) + i \text{Sen}(\phi_1 - \phi_2)] = \frac{r_1}{r_2} e^{i(\phi_1 - \phi_2)}$$

Potenciación

$$\zeta^n = r^n (\text{Cos } n\phi + i \text{Sen } n\phi) = r^n e^{in\phi}$$

53

Fuente: Auecillos, A. 2008. Óptica. Ecuador, Cuenca. ISBN-978-9978-14-172-4

Dato curioso:
 Existe una ecuación en la que se juntan cinco números esenciales: 0, 1, e, π y i. Se la denomina identidad de Euler: $e^{i\pi} + 1 = 0$

Radicación

$$\sqrt[n]{\zeta} = \sqrt[n]{r} \left(\cos \frac{\phi}{n} + i \operatorname{Sen} \frac{\phi}{n} \right) = \sqrt[n]{r} e^{i \frac{\phi}{n}}$$

Producto escalar o real

$$\zeta_1 \cdot \zeta_2 = a_1 a_2 + b_1 b_2 = r_1 r_2 \operatorname{Cos}(\phi_2 - \phi_1) = \operatorname{Re}(\zeta_1^* \zeta_2)$$

Producto vectorial o imaginario

$$\zeta_1 \times \zeta_2 = (a_1 b_2 - a_2 b_1) i = r_1 r_2 \operatorname{Sen}(\phi_2 - \phi_1) i = \operatorname{Im}(\zeta_1^* \zeta_2)$$

$$\zeta_1^* \zeta_2 = (\zeta_1 \cdot \zeta_2) + (\zeta_1 \times \zeta_2) = r_1 r_2 e^{i(\phi_2 - \phi_1)}$$

Aplicaciones

Los números complejos sirven para explicar la física del cosmos y de las partículas.

En ingeniería se utilizan para explicar la electricidad o los movimientos de los gases o de los líquidos.

El teorema de De Moivre: se lo denomina a la potenciación y radicación de los números complejos. Con este teorema se obtienen las razones trigonométricas del seno y del coseno para los múltiplos del ángulo, siempre que se conozcan las razones trigonométricas del ángulo.

Onda armónica: cualquiera de las dos partes de un número complejo describe una onda armónica; sin embargo frecuentemente se elige la parte real, cuya expresión es:

$$\psi(x; t) = \operatorname{Re}[A e^{i(\omega t - Kx + \varepsilon)}] = \operatorname{Re}(A e^{i\phi})$$

su igual:

$$\psi(x; t) = A \operatorname{Cos}(\omega t - Kx + \varepsilon) = A \operatorname{Cos} \phi$$

Identidades de Euler que incluyen funciones Seno y Coseno

$$\operatorname{Sen} \phi = \frac{e^{i\phi} - e^{-i\phi}}{2i}$$

$$\operatorname{Cos} \phi = \frac{e^{i\phi} + e^{-i\phi}}{2}$$

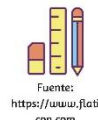
$$e^{i\phi} = \operatorname{Cos} \phi + i \operatorname{Sen} \phi$$

Serie

$$[1 + e^{i\delta} + e^{2i\delta} + e^{3i\delta} + \dots + e^{(N-1)i\delta}] = \frac{e^{iN\delta} - 1}{e^{i\delta} - 1} = \exp\left\{\frac{i(N-1)\delta}{2}\right\} \left(\frac{\text{Sen } \frac{N\delta}{2}}{\text{Sen } \frac{\delta}{2}}\right)$$

Consolidación:

Pedir a los alumnos que resuelvan los siguientes ejercicios, cada respuesta corresponde a una palabra de una frase que tienen que armar e investigar quién dijo esa frase y qué relación tiene con las expresiones complejas.



Dados los números complejos $\zeta_1 = 6 + 3i$, $\zeta_2 = -3 + 4i$, $\zeta_3 = 2 - 8i$:

- Expresar ζ_1 en forma trigonométrica
- Expresar ζ_2 en forma exponencial
- Hallar el módulo (r_3) de ζ_3
- Hallar el argumento (φ) de ζ_2
- Hallar el módulo (r_2) de ζ_2
- Hallar el módulo (r_1) de ζ_1
- Calcular $\zeta_2 + \zeta_1$
- Calcular $\zeta_1 - \zeta_3$
- Calcular $\zeta_3 \cdot \zeta_2$
- Calcular $(\zeta_1)^3$
- Calcular $\sqrt{\zeta_2}$
- Hallar el producto escalar $\zeta_3 \cdot \zeta_1$
- Hallar el producto vectorial $\zeta_1 \times \zeta_2$

Respuestas:

[$4 + 11i \rightarrow$ anfibios] / [$3 + 7i \rightarrow$ de] / [$8,25 \rightarrow$ imaginarios]

[$2,24 (\text{Cos } 71,57^\circ + \text{Sen } 71,57^\circ) \rightarrow$ y] / [$-38 + 32i \rightarrow$ entre]

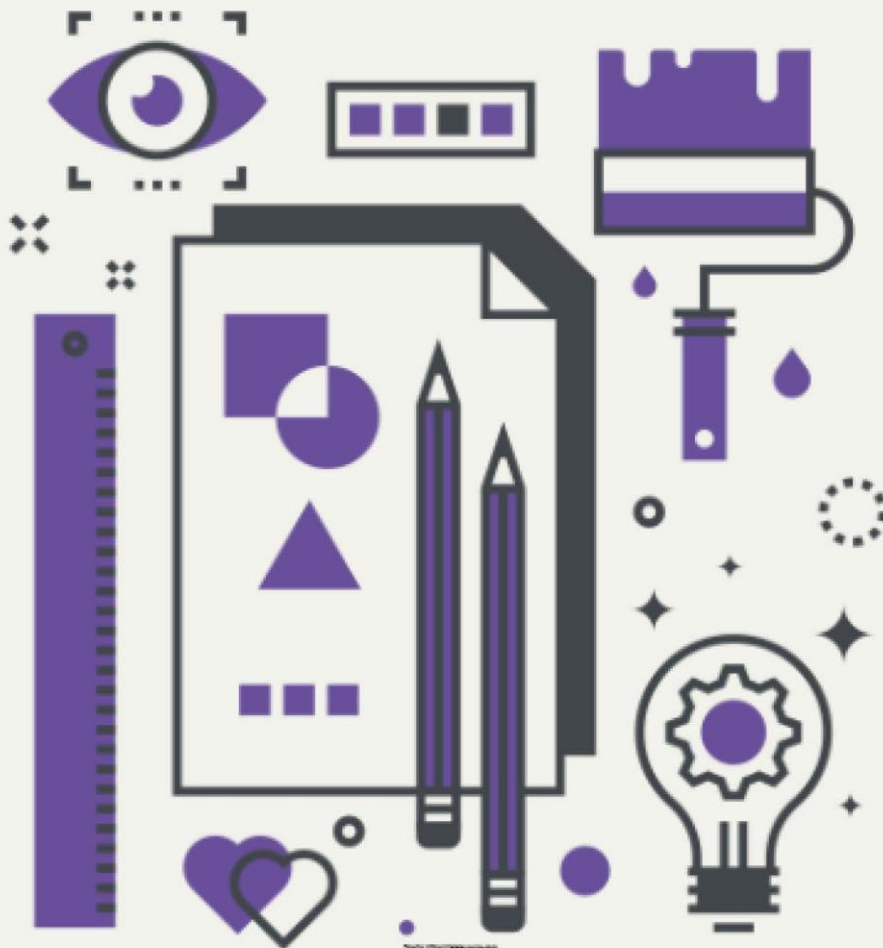
[$302,11 (\text{Cos } 79,71^\circ + \text{Sen } 79,71^\circ) \rightarrow$ ser] / [$5 \rightarrow$ una] / [$-6 \rightarrow$ la]

[$5e^{i143,13^\circ} \rightarrow$ números] / [$-1,52 + 0,64i \rightarrow$ el]

[$-54i \rightarrow$ nada] / [$143,13^\circ \rightarrow$ son] / [$6,71 \rightarrow$ especie]

[$6,71 (\text{Cos } 26,57^\circ + i \text{ Sen } 26,57^\circ) \rightarrow$ Los]

CLASE 2



SERIES DE FOURIER

MATERIAL DIDÁCTICO

SERIES DE FOURIER

TEMA: SERIES DE FOURIER

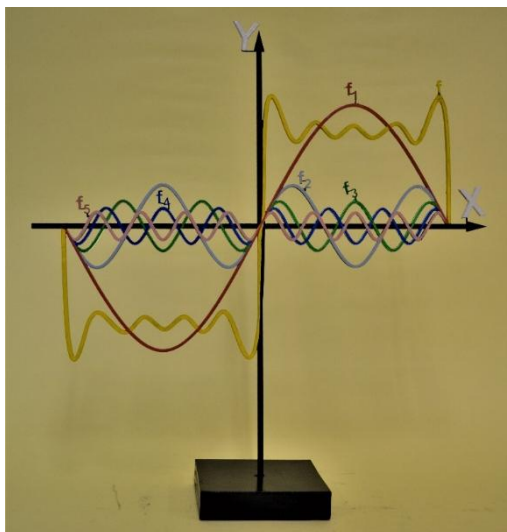


Tabla de información sobre el material didáctico.

ELEMENTO	COLOR	CANTIDA	REPRESENTA
		D	
Sistema de referencia	Negro	1	Sistema X-Y
Función 1	Rosado	1	$f(x) = 10 \operatorname{sen}(x)$
Función 2	Celeste	1	$f(x) = \frac{10}{3} \operatorname{sen}(3x)$
Función 3	Verde	1	$f(x) = \frac{10}{5} \operatorname{sen}(5x)$
Función 4	Azul	1	$f(x) = \frac{10}{7} \operatorname{sen}(7x)$
Función 5	Rosado	1	$f(x) = \frac{10}{9} \operatorname{sen}(9x)$
Función f	Amarillo	1	$f(x) = 10 \operatorname{sen}(x) + \frac{10}{3} \operatorname{sen}(3x)$ $+ \frac{10}{5} \operatorname{sen}(5x) + \frac{10}{7} \operatorname{sen}(7x)$ $+ \frac{10}{9} \operatorname{sen}(9x)$
Letra f_1	Rosado	1	$f(x) = 10 \operatorname{sen}(x)$
Letra f_2	Celeste	1	$f(x) = \frac{10}{3} \operatorname{sen}(3x)$



Letra f ₃	Verde	1	$f(x) = \frac{10}{5} \text{sen}(5x)$
Letra f ₄	Azul	1	$f(x) = \frac{10}{7} \text{sen}(7x)$
Letra f ₅	Rosado	1	$f(x) = \frac{10}{9} \text{sen}(9x)$
Letra f	Amarillo	1	$f(x) = 10 \text{sen}(x) + \frac{10}{3} \text{sen}(3x)$ $+ \frac{10}{5} \text{sen}(5x) + \frac{10}{7} \text{sen}(7x)$ $+ \frac{10}{9} \text{sen}(9x)$
Letra X	Blanco	1	Eje X
Letra Y	Blanco	1	Eje Y
Base	Negro	1	

MATERIAL DIDÁCTICO

FUNCIÓN Y TRANSFORMADA DE FOURIER

TEMA: TRANSFORMADAS Y TRANSFORMADAS INVERSAS DE FOURIER

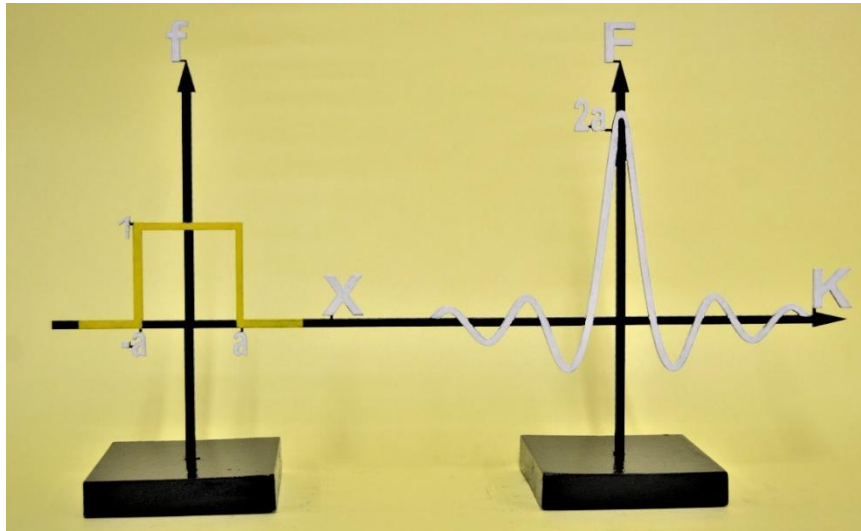


Tabla de información sobre el material didáctico.

ELEMENTO	COLOR	CANTIDA	REPRESENTA
Sistemas de referencia	Negro	1	Sistema x- f(x) Sistema K- F(K)
Función	Amarillo	1	$f(x) = \begin{cases} 1, & x < a \\ 0, & x > a \end{cases}$
Transformada	Blanco	1	$F(K) = \begin{cases} 2a \text{Senc}(Ka), & K \neq 0 \\ 2a, & K = 0 \end{cases}$
Letra X	Blanco	1	Eje X
Letra K	Blanco	1	Eje K
Letra f	Blanco	1	Eje de f(x)
Letra F	Blanco	1	Eje de F(K)
Letra -a	Blanco	1	Límite inferior de la función f(x)
Letra a	Blanco	1	Límite superior de la función f(x)
Letra 1	Blanco	1	Función f(x) para $ x < a$
Letra 2a	Blanco	1	Amplitud de la función
Base	Negro	2	



2 horas

Series de Fourier

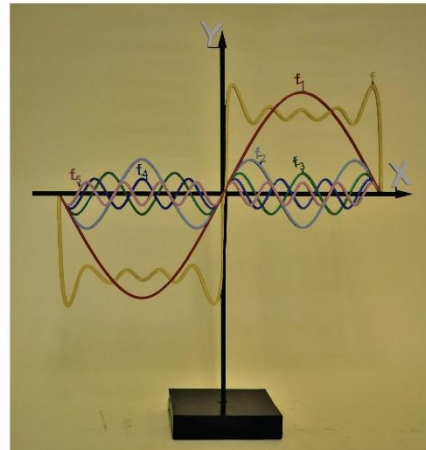
OBJETIVO: Definir las series de Fourier y sus elementos y las transformadas y transformadas inversas de Fourier.

Anticipación:

Utilizando la maqueta,
¿Puedes identificar las
funciones que se
encuentran en ella?



Fuente:
<https://www.flaticon.com>



Discute con tus compañeros sobre:
¿Qué es una función periódica?

_____.

¿Qué es una función armónica?

_____.

¿Qué es una serie?

_____.

Dato curioso:

Las series de Fourier se originaron para dar solución a la ecuación del calor en una placa de metal

Construcción:

La serie de Fourier es una suma infinita de componentes armónicos ponderados. ¿La puedes identificar en la maqueta?

Mediante las series de Fourier se puede representar una función periódica $f(x)$ como una suma trigonométrica en términos de senos y cosenos.

Teorema de Fourier: "una función $f(x)$, que tiene un período espacial λ , definida y continua en un intervalo $[c \leq x \leq c + \lambda]$ se puede sintetizar mediante una suma de funciones armónicas cuyas longitudes de onda son submúltiplos enteros de λ "

Expresión matemática de la serie de Fourier:

$$F(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nKx + b_n \operatorname{Sen} nKx)$$

Fuente: Auecillas, A. 2008. Óptica. Ecuador, Cuenca. ISBN-978-9978-14-172-4

60

Dato curioso:
A los coeficientes a_n y b_n se los denomina coeficientes espectrales

donde los coeficientes:

$$\frac{a_0}{2} = \frac{1}{\lambda} \int_c^{c+\lambda} f(x) dx$$

$$a_n = \frac{2}{\lambda} \int_c^{c+\lambda} f(x) \cos nKx dx$$

$$b_n = \frac{2}{\lambda} \int_c^{c+\lambda} f(x) \sin nKx dx$$

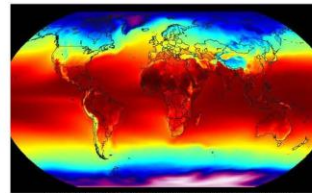
$$\text{con } K = \frac{2\pi}{\lambda}.$$

Como se ve en las ecuaciones para calcular los coeficientes, al ser una función periódica, se requiere analizarla únicamente en el intervalo $[c, c+\lambda]$ el cual corresponde a un período de la función.

APLICACIONES:

Temperatura de la tierra:

Mediante las series de Fourier se puede calcular la temperatura de la tierra a cualquier profundidad a partir de la temperatura de la superficie



Fuente: <https://www.exponeus.com/aumentara-temperatura-de-la-tierra-sera-entre-3o-y-5oc/>

Ingeniería mecánica:

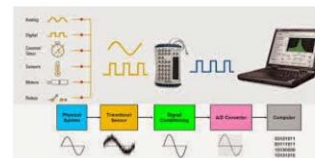
Se usan las series de Fourier para hacer los cálculos para balancear el rotor y eliminar la vibración que producen



Fuente: https://www.alibaba.com/product-detail/P-Car-supercharger-dynamic-balance-testing_1243044552.html

Procesamiento digital de señal:

La serie de Fourier ayuda a procesar estas señales ya que es necesario expresarlas como una combinación lineal de términos. En señales de audio sirven para diseñar sintetizadores de audio, y en señales de imagen para extraer características de las imágenes.

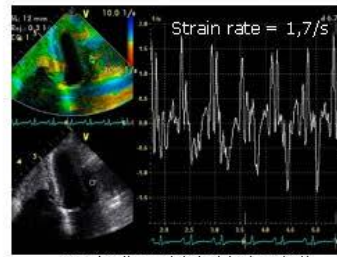


Fuente: <http://senalesdigitalesunivalle.blogspot.com/>

Fuente: Auecillos, A. 2008. Óptica. Ecuador. Cuenca. ISBN-978-9978-14-172-4

En medicina:

Las series de Fourier se usan para procesar las imágenes generadas por los ecógrafos, resonancia magnética, tomografía axial, por ejemplo con el ecocardiograma se puede registrar la vibración de las membranas del corazón mediante una curva periódica.



Ten en cuenta que: cuando una función es par los coeficientes b_n son ceros, por lo que únicamente se tienen términos en coseno; mientras que cuando una función es impar los coeficientes a_0 y a_n son ceros, por lo que contiene únicamente términos seno.

Ejemplo:

Encontrar la serie de Fourier de la función $f(x) = x$ en el intervalo $-\pi \leq x \leq \pi$.

Solución:

El período $\lambda = 2\pi$ y $K = 2\pi / \lambda = 2\pi / 2\pi = 1$

$$\frac{a_0}{2} = \frac{1}{\lambda} \int_c^{c+\lambda} f(x) dx$$

$$\frac{a_0}{2} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} x dx = \frac{1}{2\pi} \left[\frac{x^2}{2} \right]_{-\pi}^{\pi} = \frac{1}{2\pi} \left[\frac{\pi^2}{2} - \frac{(-\pi)^2}{2} \right] = 0$$

$$a_n = \frac{2}{\lambda} \int_c^{c+\lambda} f(x) \cos(nKx) dx$$

$$\begin{aligned} a_n &= \frac{2}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} x \cos(nKx) dx = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} x \cos(nx) dx = \frac{1}{\pi} \left[\frac{x \sin nx}{n} + \frac{\cos nx}{n^2} \right]_{-\pi}^{\pi} \\ &= \frac{1}{\pi} \left[\frac{\pi \sin n\pi}{n} + \frac{\cos n\pi}{n^2} - \frac{\pi \sin n(-\pi)}{n} - \frac{\cos n(-\pi)}{n^2} \right] = 0 \end{aligned}$$

$$b_n = \frac{2}{\lambda} \int_c^{c+\lambda} f(x) \sin(nKx) dx$$

$$\begin{aligned} b_n &= \frac{2}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} x \sin(nKx) dx = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} x \sin(nx) dx = \frac{1}{\pi} \left[-\frac{1}{n} x \cos nx + \frac{1}{n^2} \sin nx \right]_{-\pi}^{\pi} \\ &= \frac{1}{\pi} \left[-\frac{1}{n} \pi \cos n\pi + \frac{1}{n^2} \sin n\pi + \frac{1}{n} (-\pi) \cos n(-\pi) - \frac{1}{n^2} \sin n(-\pi) \right] \\ &= \frac{1}{\pi} \left[-\frac{\pi(-1)^n}{n} - \frac{\pi(-1)^n}{n} \right] = \frac{1}{\pi} \left[-\frac{2\pi(-1)^n}{n} \right] = -\frac{2(-1)^n}{n} \end{aligned}$$

$$F(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos(nKx) + b_n \sin nKx$$

$$F(x) = \sum_{n=1}^{\infty} -\frac{2(-1)^n}{n} \sin nx$$

Fuente: Auscillas, A. 2008. Óptica. Ecuador. Cuenca. ISBN-978-9978-14-172-4

Transformadas y transformadas inversas de Fourier

Transformada de Fourier	Transformada inversa de Fourier
$\mathcal{F}[f(x)] = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)e^{-iKx} dx = F(K)$	$\mathcal{F}^{-1}[F(K)] = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(K)e^{iKx} dK = f(x)$
Transformada de Fourier en Coseno	Transformada inversa de Fourier en Coseno
$\mathcal{F}_C[f(x)] = \int_0^{\infty} f(x)\cos Kx dx = F_C(K)$	$\mathcal{F}_C^{-1}[F(K)] = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} F_C(K)\cos Kx dK = f(x)$
Transformada de Fourier en Seno	Transformada inversa de Fourier en Seno
$\mathcal{F}_S[f(x)] = \int_0^{\infty} f(x)\sin Kx dx = F_S(K)$	$\mathcal{F}_S^{-1}[F(K)] = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} F_S(K)\sin Kx dK = f(x)$
Transformada de Fourier (Forma General)	
$\mathcal{F}[f(x)] = \mathcal{F}_C[f(x)] + i\mathcal{F}_S[f(x)] = F(K)$	



Para realizar el ejemplo:

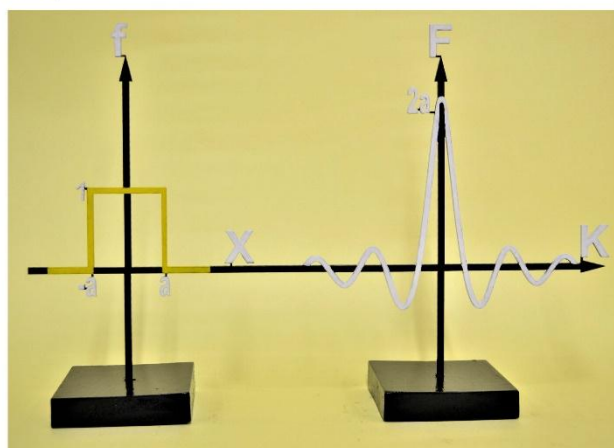
Fuente:
<https://www.flaticon.com>

Encontrar la transformada de Fourier de la función $f(x) = \begin{cases} 1 & |x| < a \\ 0 & |x| > a \end{cases}$

Ocupar la maqueta y conjuntamente con los estudiantes determinar los límites de la integral, desarrollarla. Preguntar a los estudiantes ¿si la función F(K) que se obtuvo se puede graficar? y ¿por qué?.

Para el caso de una respuesta afirmativa, solicitar que expliquen cómo realizar la gráfica.

En el caso que la respuesta sea negativa, pedir a los estudiantes que investiguen la manera en la que se puede llegar a otra respuesta cuya gráfica corresponda a la de la maqueta.



Fuente: Aveccillas, A. 2008. Óptica. Ecuador, Cuenca. ISBN-978-9978-14-172-4

Consolidación:

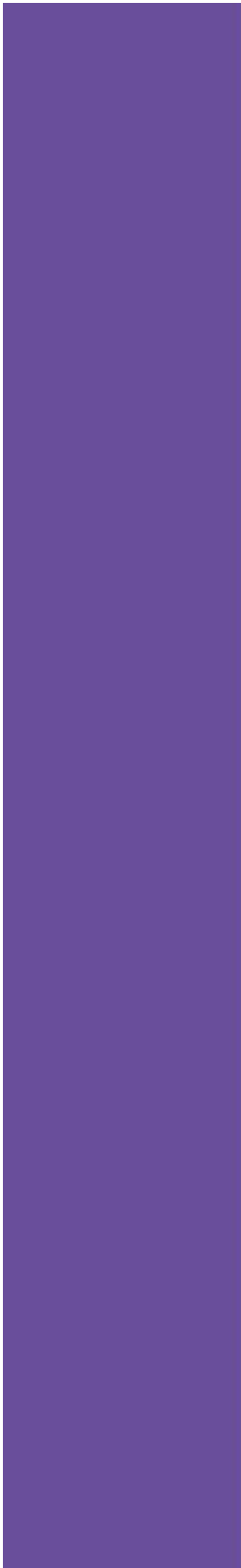
Actividad

En tu cuaderno realiza los ejercicios planteados.
 Compara las soluciones con las de las imágenes y arma el rompecabezas.



Fuente:
<https://www.flati.com>

<p>Obtenga la serie de Fourier de:</p> $f(x) = \begin{cases} -1, & -\pi \leq x \leq 0 \\ 1, & 0 \leq x \leq \pi \end{cases}$	<p>Obtenga la serie de Fourier de:</p> $f(x) = \begin{cases} 0, & -\pi \leq x \leq 0 \\ \pi - x, & 0 \leq x \leq \pi \end{cases}$
<p>Obtenga la serie de Fourier de:</p> $f(x) = \begin{cases} 0, & -\pi \leq x \leq -\frac{\pi}{2} \\ 1, & -\frac{\pi}{2} \leq x \leq \frac{\pi}{2} \\ 0, & \frac{\pi}{2} \leq x \leq \pi \end{cases}$	<p>Obtenga la serie de Fourier de:</p> $f(x) = \begin{cases} -\pi - x, & -\pi \leq x \leq 0 \\ \pi - x, & 0 \leq x \leq \pi \end{cases}$
<p>Obtenga la transformada de Fourier de:</p> $f(x) = \begin{cases} e^{-x}, & x > 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases}$	<p>Obtenga la transformada inversa de Fourier de:</p> $F(K) = \frac{1}{1 + iK}$



Fuente: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-49689434>

CLASE 3



CONVOLUCIÓN Y TEOREMA DE CONVOLUCIÓN

MATERIAL DIDÁCTICO
FUNCIONES $G(X)$ Y $-G(X)$

TEMA: CONVOLUCIÓN Y TEOREMA DE CONVOLUCIÓN

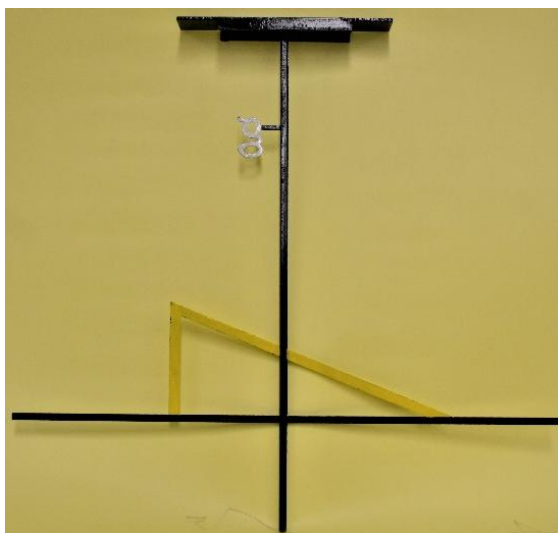


Tabla de información sobre el material didáctico.

ELEMENTO	COLOR	CANTIDAD	REPRESENTA
Línea horizontal	Negro	1	Eje X
Línea vertical	Negro	1	Eje Y
Rectángulo sin base	Amarillo	1	Función $g(x)$ – función $g(-x)$
Letra $g(x)$	Blanco	1	Función $g(x)$
Letra $-g(x)$	Blanco	1	Función $g(-x)$ & $g(X-x)$
Placa con dos soportes	Negro	1	

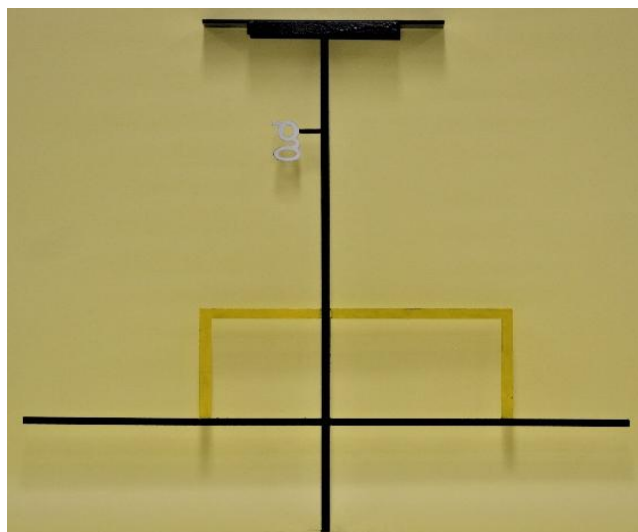


Tabla de información sobre el material didáctico.

ELEMENTO	COLOR	CANTIDAD	REPRESENTA
Línea horizontal	Negro	1	Eje X
Línea vertical	Negro	1	Eje Y
Triángulo sin base	Amarillo	1	Función $g(x)$ – función $g(-x)$
Letra $g(x)$	Blanco	1	Función $g(x)$
Letra $-g(x)$	Blanco	1	Función $g(-x)$ & $g(X-x)$
Placa con dos soportes	Negro	1	

2 horas

Convolución y teorema de convolución

OBJETIVO: Desarrollar la convolución y el teorema de convolución para utilizarlos en el estudio de difracción e interferencia.

Anticipación:



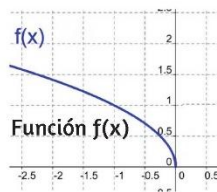
Actividad

Seleccione la opción correcta, emparejando las dos columnas.

Opciones:

- A. 1b. 2d. 3c. 4a.
- B. 1c. 2a. 3b. 4b.
- C. 1b. 2d. 3a. 4c.
- D. 1c. 2a. 3d. 4b.

1 Integral impropia



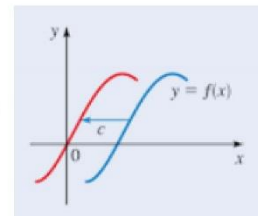
2 Función $f(x)$

Fuente:
<https://es.slideshare.net/Wladniko/funcion-es-especiales-en-r-1>

3 $y = f(x+c)$

4 $y = f(x-c)$

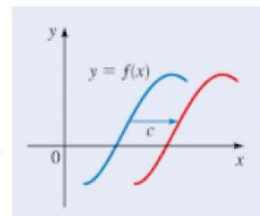
a.



Fuente:
<https://sites.google.com/site/duardoprecalculopor-tafolio/transformacin-de-funciones>

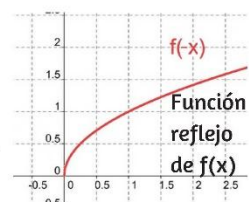
b.
$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = \int_{-\infty}^a f(x) dx + \int_a^{\infty} f(x) dx$$

c.



Fuente:
<https://sites.google.com/site/duardoprecalculopor-tafolio/transformacin-de-funciones>

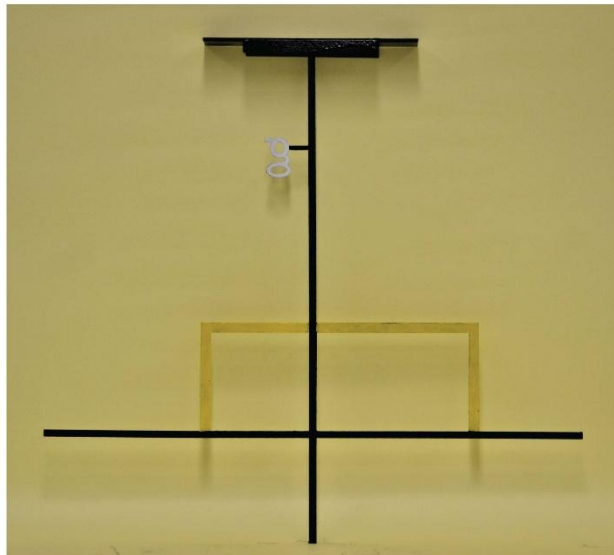
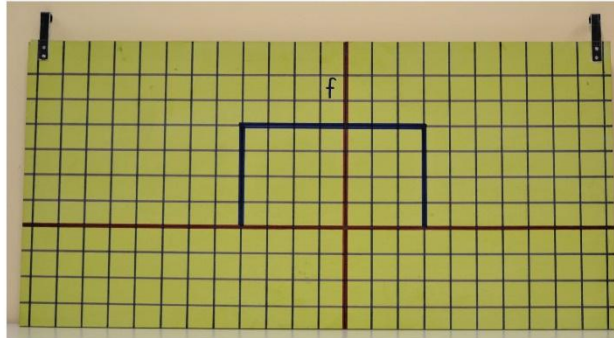
d.



Fuente:
<https://es.slideshare.net/Wladniko/funcion-es-especiales-en-r-1>

Construcción:

Mostrar a los estudiantes el tablero en el que está graficada la función $f(x)$ y la maqueta de la función $g(x)$.



Dato curioso:
La convolución es conmutativa

El producto de convolución de las dos funciones $f(x)$ y $g(x)$ es otra función $h(x)$ que se calcula mediante:

$$h(x) = f(x) * g(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) g(x-x) dx$$

Diálogo con los estudiantes:

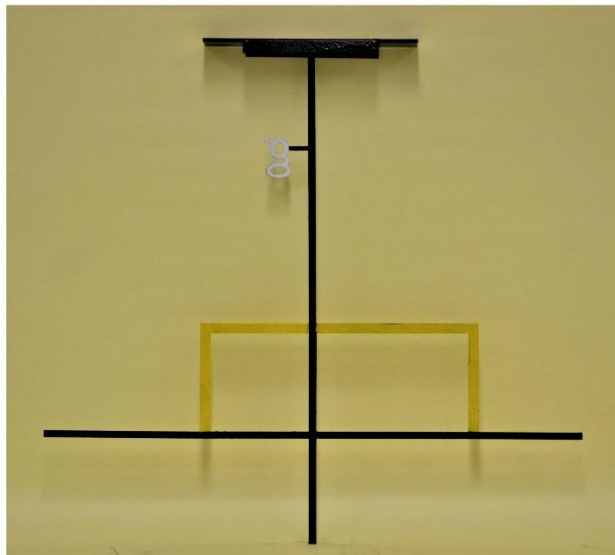


Pedir a los estudiantes que en grupos de trabajo conversen acerca de ¿cuál es la relación que existe entre la ecuación mencionada anteriormente, las funciones y la primera actividad? Una persona de cada grupo deberá dar la conclusión a la que llegó el grupo.

Fuente: <https://definicion.de/grupo-de-trabajo/>

Fuente: Auecillas, A. 2008. Óptica. Ecuador. Cuenca, ISBN-978-9978-14-172-4

De acuerdo a las observaciones de los grupos, el docente guiará a los estudiantes en los siguientes aspectos:



1. Demostrará la manera en la que se realiza la convolución, girando la función $g(x)$ y deslizando sobre el tablero y por ende sobre la función $f(x)$. Mencionar a los estudiantes que en la convolución una función permanece fija, $f(x)$, mientras que la otra función, $g(-x)$ se desplaza.
2. Luego, respondiendo a la pregunta planteada, giramos la función $g(x)$ obteniendo su función reflejo con respecto al eje vertical, $g(-x)$; sin embargo no es una función fija como $f(x)$, por lo que se añade un valor X para que la función se desplace hacia la derecha o hacia la izquierda, de acuerdo a la cantidad que tome X . Como consecuencia tenemos la función $g(X-x)$.
3. Debido a que se hace uso del producto de dos funciones, dentro del proceso de integración se toma en cuenta únicamente el área superpuesta que se genera al desplazar una función sobre la otra. Entonces debemos, realizar las integrales por tramos y definir los límites de acuerdo a cada uno de ellos, que pueden ser límites variables (en función a X) o fijos (valores constantes).
4. Como la función resultante $h(X)$ está en función de X , se debe especificar los intervalos que son válidos para cada tramo.

Teorema de convolución:

"La transformada de Fourier de la convolución de $f(x)$ y $g(x)$ es igual al producto algebraico de las transformadas de Fourier de $f(x)$ y $g(x)$ ", esto es:

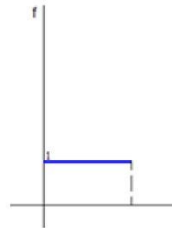
$$\mathcal{F}[f(x) * g(x)] = \mathcal{F}[f(x)] \cdot \mathcal{F}[g(x)] = F(K) \cdot G(K)$$



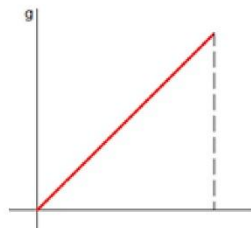
Realizar conjuntamente con los estudiantes el siguiente ejemplo:
Hallar la convolución de las siguientes funciones:

Fuente:
<https://www.fiatkon.com>

$$f(x) = 1, \quad 0 < x < 2$$

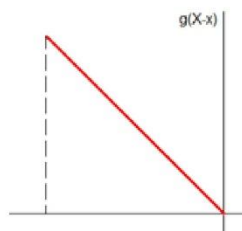


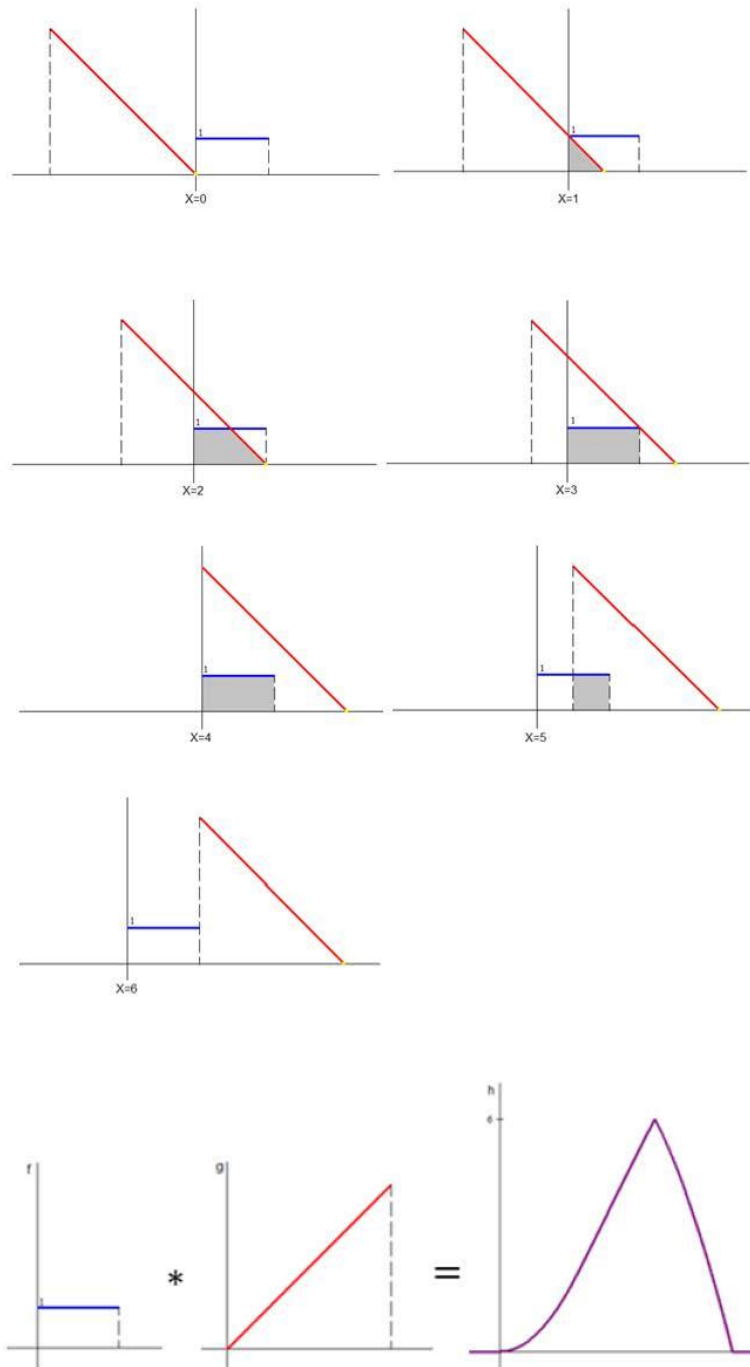
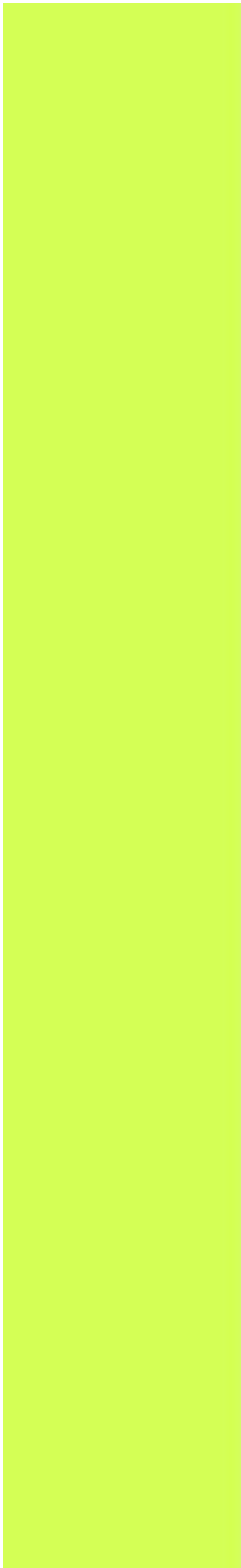
$$g(x) = x, \quad 0 < x < 4$$



Se determina la función $g(X-x)$

$$g(X-x) = X-x$$





Sabemos que la convolución es:

$$h(X) = f(x) * g(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \cdot g(X-x) dx$$

Seleccionamos tramos:

Para el intervalo $X < 0$

$$f(x) \cdot g(X-x) = 0$$

$$h(X) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \cdot g(X-x) dx = 0$$

Para el intervalo $0 \leq X < 2$

$$h(X) = \int_0^X (X-x) dx = \left(Xx - \frac{1}{2}x^2 \right) \Big|_0^X = X^2 - \frac{1}{2}X^2 - 0 = \frac{1}{2}X^2$$

Para el intervalo $2 \leq X < 4$

$$h(X) = \int_0^2 (X-x) dx = \left(Xx - \frac{1}{2}x^2 \right) \Big|_0^2 = 2X - \frac{1}{2}2^2 - 0 = 2X - 2$$

Para el intervalo $4 \leq X \leq 6$

$$h(X) = \int_{X-4}^2 (X-x) dx = \left(Xx - \frac{1}{2}x^2 \right) \Big|_{X-4}^2 = 2X - \frac{1}{2}2^2 - X(X-4) + \frac{1}{2}(X-4)^2$$

$$= -\frac{1}{2}X^2 + 2X + 6$$

Para el intervalo $X > 6$

$$f(x) \cdot g(X-x) = 0$$

$$h(X) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \cdot g(X-x) dx = 0$$

La función resultante es:

$$h(X) = \begin{cases} 0, & X < 0 \\ \frac{1}{2}X^2, & 0 \leq X < 2 \\ 2X - 2, & 2 \leq X < 4 \\ -\frac{1}{2}X^2 + 2X + 6, & 4 \leq X \leq 6 \\ 0, & X > 6 \end{cases}$$

Consolidación:**Actividad**

Realice las convoluciones de las funciones:

$$f(x) = 4, \text{ para } -4 < x < 3 \quad \text{y} \quad g(x) = 3, \text{ para } -2 < x < 3$$



$$f(x) = 4, \text{ para } -4 < x < 3 \quad \text{y} \quad g(x) = -\frac{2}{5}x + \frac{6}{5}, \text{ para } -2 < x < 3$$

Usar como apoyo el tablero y las maquetas para definir los límites de cada integral y hallar las respectivas funciones $h(X)$.

CLASE 4



ONDAS TRIDIMENSIONALES PLANAS

ONDA TRIDIMENSIONAL PLANA

TEMA: ONDAS TRIDIMENSIONALES PLANAS

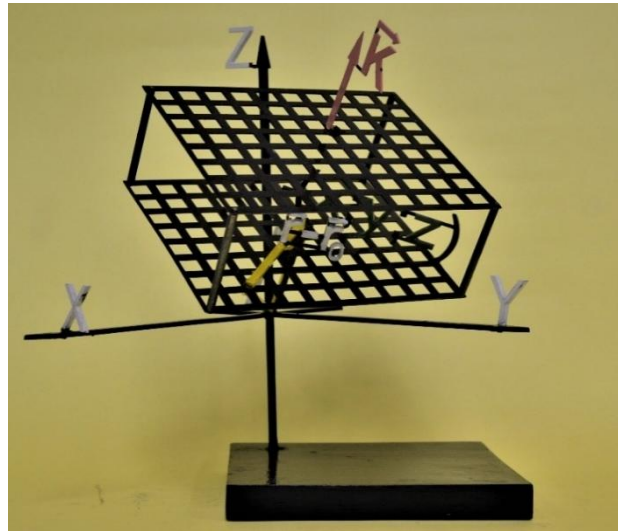


Tabla de información sobre el material didáctico.

ELEMENTO	COLOR	CANTIDAD	REPRESENTA
Sistema de referencia	Negro	1	Sistema XYZ
Vector 1	Amarillo	1	Vector \vec{r}
Vector 2	Amarillo	1	Vector \vec{r}_0
Vector 3	Amarillo	1	Vector $\vec{r} - \vec{r}_0$
Vector 4	Rosado	1	Vector perpendicular al plano \vec{K}
Mallas	Plomo	2	Frentes de onda tridimensional plana
Letra X	Blanco	1	Eje X
Letra Y	Blanco	1	Eje Y
Letra Z	Blanco	1	Eje Z
Letra \vec{r}	Amarillo	1	Vector \vec{r}
Letra \vec{r}_0	Amarillo	1	Vector \vec{r}_0
Letra $\vec{r} - \vec{r}_0$	Amarillo	1	Vector $\vec{r} - \vec{r}_0$
Letra \vec{K}	Rosado	1	Vector \vec{K}
Base	Negro	1	

2 horas

Ondas tridimensionales planas

OBJETIVO: Exponer las ondas tridimensionales planas, reconocer e identificar las diferentes formas en las que se representan.

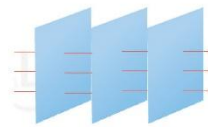
Anticipación:



Los estudiantes deben relacionar las tres columnas y unir las palabras con las imágenes y el concepto correspondientes.

Fuente:
<https://www.flaticon.com>

Características de onda



Fuente:
<https://www.fisicalab.com/apartado/frente-de-onda#contenidos>

aire, agua, un trozo de metal, el espacio o el vacío.

Onda

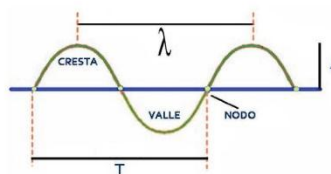


Fuente: <https://slideplayer.es/slide/11909376/>

Superficies con fase constante.

Dato curioso:
Cuando una onda se propaga en una dirección única, sus frentes de ondas son planos y paralelos.

Frente de onda



Fuente: <http://www.estoy-aprendiendo.com/ondas.html>

Propagación de una perturbación de alguna propiedad de un medio.

Onda armónica



Fuente: <https://www.lifeder.com/ondas-mecanicas/>

Aquella onda que está descrita por una función seno o coseno.

Medio perturbado

$$y = A \cdot \sin(k \cdot (x \pm v \cdot t))$$

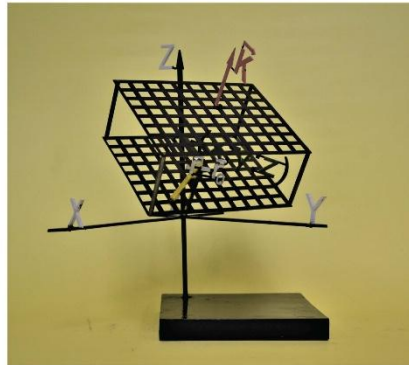
$$y = A \cdot \cos(k \cdot (x \pm v \cdot t))$$

Longitud de onda, amplitud, período.

78

Construcción:

Utilizar la maqueta para explicar los parámetros relacionados con una onda tridimensional plana.



Dato curioso:
al vector de propagación también se lo denomina vector de onda.

Los vectores \vec{r} y \vec{r}_0 son los vectores posición del plano. El vector \vec{K} es el vector de propagación y es perpendicular al plano.

Preguntar a los estudiantes ¿ Qué representa la magnitud del vector \vec{K} ? y cómo se calcula.



Fuente:
<https://www.flaticon.com>

Preguntar ideas sobre lo que es una onda tridimensional plana y armar con ellos un concepto.

Acuerdo al que se puede llegar:

Una onda tridimensional plana es un conjunto de planos paralelos infinitos separados por λ , los cuales son perpendiculares a la dirección de propagación, además la perturbación de estos planos tiene fase constante.



Fuente:
<https://www.flaticon.com>



Fuente:
<https://www.flaticon.com>

Pedir a los estudiantes que obtengan la ecuación del plano mediante los conocimientos que poseen sobre funciones de varias variables.

Expresión a la que deben llegar:

$$\vec{K} \cdot \vec{r} = \text{constante}$$

Entonces las funciones armónicas para el conjunto de planos son:

$$\psi(\vec{r}) = A \text{ Sen } (\vec{K} \cdot \vec{r})$$

$$\psi(\vec{r}) = A \text{ Cos } (\vec{K} \cdot \vec{r})$$

$$\psi(\vec{r}) = A e^{i(\vec{K} \cdot \vec{r})}$$

Estas funciones se repiten en el espacio con desplazamientos de λ en la dirección de esto puede representarse mediante:

$$\psi(\vec{r}) = \psi(\vec{r} + \lambda \vec{u}_K)$$



Fuente:
<https://www.flaticon.com>

Preguntar a los estudiantes qué representa \vec{u}_K y cómo se calcula.

Fuente: Auecillas, A. 2008. Óptica. Ecuador. Cuenca. ISBN-978-9978-14-172-4

Dato curioso:
La amplitud (A) es una función de r, puede darse el caso que no sea constante en todo el espacio o en todo un frente de onda, a esto se lo denomina una onda inhomogénea.

Como r, la fase y $\vec{k} \cdot \vec{r}$ son constantes, por ende $\psi(r)$ también es constante, los planos están inmóviles, por lo que no representan ninguna onda. Entonces para hacer que estos se muevan se debe incluir el tiempo y la solución de la ecuación de onda tridimensional de frentes planos que se mueve con velocidad \vec{v} es:

$$\psi(\vec{r}; t) = Ae^{i(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t)}$$

En coordenadas cartesianas sería: $\psi(x; y; z; t) = Ae^{i(K_x x + K_y y + K_z z - \omega t)}$



Fuente:
<https://www.flaticon.com>

Mediante los conocimientos de las ondas armónicas unidimensionales, pedir a los estudiantes que obtengan la ecuación diferencial de la onda tridimensional.

Consolidación:

Actividad 1



Fuente:
<https://www.flaticon.com/>

Complete:

- Una onda tridimensional puede expresarse como una combinación de ondas _____.
- La propagación de la onda tridimensional plana es _____.
- Las funciones de estas ondas al ser armónicas se _____ en el espacio con _____ λ en la dirección del vector de propagación.
- La ecuación de la frecuencia cíclica espacial es $K = \text{---}$.
- Se debe incorporar la dependencia _____ de la forma $\psi(r, t) = \text{---}$ para poner a los planos en movimiento y provocar una _____ u onda.
- La solución armónica de la onda plana, en función de los cosenos directores del vector de propagación es: $\psi(x; y; z; t) = \text{---}$.

Actividad 2

Resuelva el siguiente ejercicio:

Halle el vector \vec{u}_K del vector de propagación de la onda:

$$\psi(x; y; z; t) = A \text{Sen} \left(\frac{6K}{\sqrt{54}} x + \frac{2K}{\sqrt{54}} y - \frac{4K}{\sqrt{54}} z - \omega t \right)$$



Fuente:
<https://www.flaticon.com>

CORRIMIENTO DE UN RAYO DE LUZ
TEMA: FENÓMENOS DE REFRACCIÓN

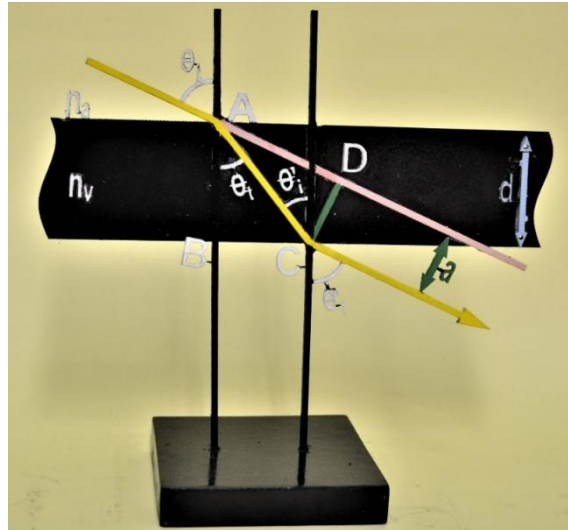


Tabla de información sobre el material didáctico.

ELEMENTO	COLOR	CANTIDAD	REPRESENTA
Líneas verticales	Negro	2	
Línea oblicua	Rosado	1	Prolongación del rayo
Línea con doble flecha	Celeste	1	Espesor
Tres líneas consecutivas	Amarillo	1	Refracción del rayo
Línea con doble flecha	Verde	2	Corrimiento del rayo
Líneas curvas	Blanco	4	Ángulos
Letra n_a	Blanco	1	Índice del aire
Letra n_v	Blanco	1	Índice del medio
Letras: A, B, C y D	Blanco	4	Puntos de referencia
Letra a	Blanco	1	Corrimiento del rayo
Letra d	Blanco	1	Espesor
Letra θ_i y θ_t	Blanco	1	Ángulos: incidente 1 y transmitido 1
Letra θ'_i y θ'_t	Blanco	1	Ángulos: incidente 2 y transmitido 2
Placa	Gris oscuro	1	Medio: lámina transparente
Base	Negro	1	



1 hora

Fenómenos de Refracción Corrimiento de un Rayo de Luz

OJETIVO: Identificar la manera en la que se da el corrimiento de un rayo de luz y calcularlo.

Anticipación:

Actividad



Como una actividad diagnóstica, se solicita a los estudiantes que lean los conceptos relacionados con el Corrimiento de un Rayo de Luz y completen el crucigrama.

Fuente: <https://www.flaticon.com>



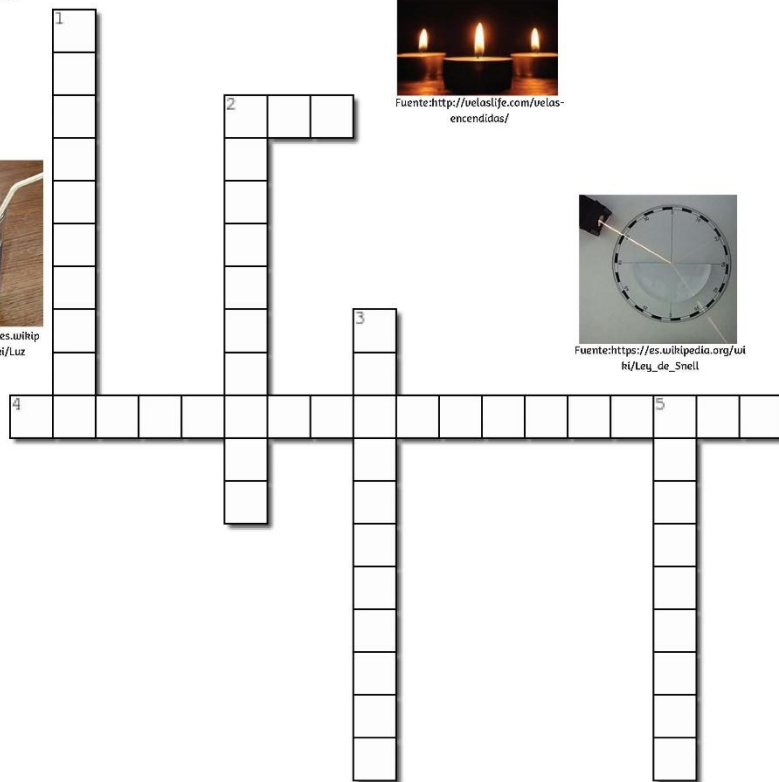
Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Luz>



Fuente: <http://velaslife.com/velas-encendidas/>



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Snell



Creado usando el creador de crucigramas en TheTeachersCorner.net

Horizontal:

- 2. Forma de energía que ilumina las cosas.
- 4. Es el cociente de la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en el medio.

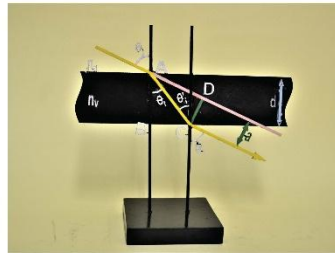
Vertical:

- 1. Fenómeno en el que un rayo de luz cambia su dirección, cuando pasa por un medio transparente a otro.
- 2. Ley en la que se cumple que: $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$
- 3. Deslizamiento o desplazamiento.
- 5. Rayo que llega a la superficie de separación de los medios trazados

Dato curioso:
En 1621, Willebrord Snel, descubrió experimentalmente la ley de la refracción.

Construcción

Cuando un rayo de luz en un medio determinado incide sobre una lámina transparente de caras planas y paralelas, se refracta en ambas caras de la lámina; por lo que el rayo sufre un desplazamiento lateral. Observando la maqueta los estudiantes deben identificar en donde ocurre el corrimiento del rayo de luz.



Preguntar: Presentar la maqueta a los estudiantes y en conjunto analizar los elementos de la misma para completar la siguiente demostración:

Fuente: <https://www.flaticon.com>

Aplicando la ley de Snell en las superficies:

$$n_a \text{ sen } \theta_i = \text{_____}$$

$$n_v \text{ sen } \theta'_i = \text{_____}$$

$$\text{Como } \theta_t = \theta'_i$$

$$\text{se consigue que } n_a \text{ sen } \theta_i = \text{_____}$$

$$\text{es decir, } \text{sen } \theta_i = \text{_____}$$

Por lo tanto, el ángulo de incidencia θ_i resulta ser igual al ángulo de transmisión θ_t .



Preguntar: - ¿Qué ocurre con el rayo de luz al pasar por la lámina transparente?

Fuente: <https://www.flaticon.com>

El corrimiento lateral, a , que sufre el rayo transmitido con relación al incidente es:

$$a = AC \text{ sen}(\theta_i - \theta_t)$$

$$\text{Siendo: } AC = \text{_____}$$

$$\text{Sustituyendo: } a = \frac{d \text{ sen}(\theta_i - \theta_t)}{\cos(\theta_t)}$$

Una expresión equivalente:
$$a = d \left[\text{Sen } \theta_i - \frac{n_a \text{Sen} 2\theta_i}{2\sqrt{n_v^2 - n_a^2 \text{Sen}^2 \theta_i}} \right]$$

Consolidación

Actividad 1

Completar la tabla de los índices de refracción (Facilitar el siguiente link para que los estudiantes investiguen: <http://hyperphysics.gsu.edu/hbasees/Tables/indrf.html>)



ÍNDICES DE REFRACCIÓN DE ALGUNAS SUSTANCIAS					
SÓLIDOS		LÍQUIDOS		GASES Y VAPORES (a 0 °C y 101325 Pa)	
Vidrio crown		Benceno a 20 °C	1,501	Aire seco	
Vidrio flint de bario	1,568	Bisulfuro de carbono a 20 °C	1,643	Dióxido de carbono	1,000450
Vidrio crown de bario	1,574	Tetracloruro de carbono a 20 °C	1,461	Éter etílico	1,001520
Vidrio flint ligero	1,580	Alcohol etílico a 20 °C		Vapor de agua	1,000250
Vidrio flint denso	1,655	Agua a 0 °C	1,334		
Fluorita	1,434	Agua a 20 °C			
Calcita (rayo o)	1,658	Agua a 40 °C	1,331		
Calcita (rayo e)	1,486	Agua a 80 °C	1,323		
Bálsamo de Canadá	1,530	Yoduro de metileno			
Diamante		Sodio	4,220		
Cuarzo fundido	1,459	Glicerina	1,470		
Hielo					
Lucita (plexiglás)	1,500				
Cloruro de sodio	1,530				
Polietilenos	1,50 – 1,54				
Espato de Islandia	1,658				
Rutilos	2,60 – 2,90				
Zirconio	1,920				

Dióxido de carbono



Fuente: <https://concepto.de/dioxido-de-carbono-co2/>



Fuente: <https://www.benceno.net/>

Fluorita



Fuente: <https://www.ecure.d.cu/Fluorita>

Actividad 2

Ejercicios de aplicación:



Un rayo de luz incide en aire en 80° sobre una placa de diamante 0,50 m de espesor. ¿Qué corrimiento lateral experimentará el rayo?

Fuente:
<https://www.flati-con.com>



Con los siguientes datos plantea un problema y luego resuélvelo:

índice del medio 1 = 1,334

índice del medio 2 = a elección

$\theta_i = 50^\circ$

corrimiento lateral = 0,45 m

Fuente:
<https://www.flati-con.com>

CLASE 6



ESPEJOS ESFÉRICOS

MATERIAL DIDÁCTICO
ESPEJO ESFÉRICO
TEMA: ESPEJOS ESFÉRICOS

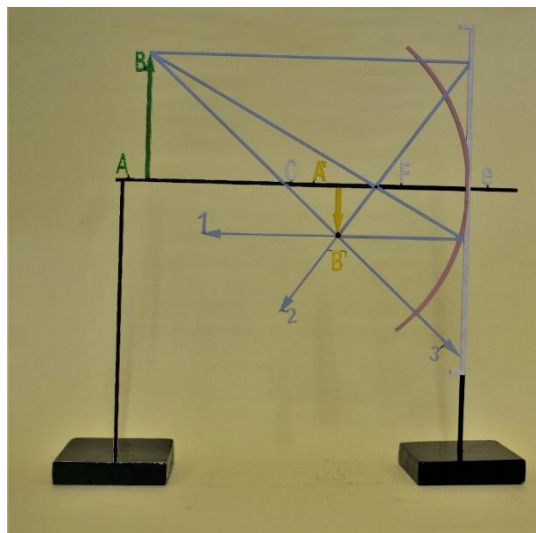


Tabla de información sobre el material didáctico.

ELEMENTO	COLOR	CANTIDAD	REPRESENTA
Línea vertical	Negro	2	Apoyo
Línea vertical	Blanco	1	Símbolo del espejo esférico cóncavo
Línea horizontal	Negro	1	Eje
Línea curva	Rosado	1	Espejo esférico cóncavo
Línea vertical terminada en flecha	Verde	1	Objeto
Línea vertical terminada en flecha	Amarillo	1	Imagen
Líneas	Celeste	3	Rayos principales
Letras: A y B	Verde	2	Altura del objeto
Letras: A' y B'	Amarillo	2	Altura de la imagen
Letra F	Blanco	1	Foco
Letra C	Blanco	1	Centro
Letra e	Blanco	1	Eje
Número 1, 2, 3	Celeste	1	3 Rayos principales
Base	Negro	2	



2 horas

Espejos esféricos

OBJETIVO: Definir los espejos esféricos, sus tipos y elementos e identificar como se forman las imágenes en ellos.

Anticipación:

Se realizará una clase invertida, por lo que previamente se enviará a los estudiantes a leer y sacar ideas de los siguientes textos:

- Física General con experimentos sencillos. Tercera Edición. Beatriz Aluarenga, Antonio Máximo Ribeiro. Código 530-123014, páginas 495-508.
- Fundamentos de Física. Novena Edición. Raymon A. Serway, Chris Vuille. Código 530-4963792, páginas 793-798.
- Óptica. Alberto Santiago Auecillas Jara. Código 535-123410, páginas 87-88.



Fuente: <https://www.uca.com>

Construcción:

Formar grupos de trabajo de 4 personas y realizar las siguientes preguntas como control de lectura:

1. ¿Qué es un espejo?
2. ¿Por qué se llaman espejos esféricos?
3. ¿Qué es una aberración esférica?
4. ¿Cuándo un espejo es cóncavo o convexo?
5. ¿De qué otra manera se denomina al aumento transversal?



Fuente: <https://www.uca.com>

Refuerzo por parte del docente:

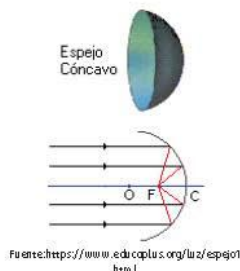
Espejos esféricos: llamamos espejo esférico a una superficie lisa que tiene la forma de un segmento de esfera y refleja especularmente la luz.

Tipos de espejos esféricos: Utilizar una cuchara con los estudiantes, pedir que vean su reflejo en ella, preguntarles qué diferencias encuentran y el tipo de espejos que es cada lado de la cuchara.



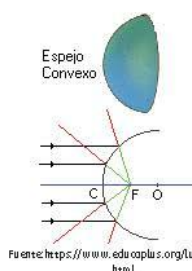
Fuente: <https://www.uca.com>

Dato curioso:
El reflejo especular se da en superficies brillantes o lisas, cuando el rayo incidente se refleja en una única dirección o lo que es lo mismo, con un solo ángulo.



Fuente: <https://www.educaplus.org/la2/espejos.html>

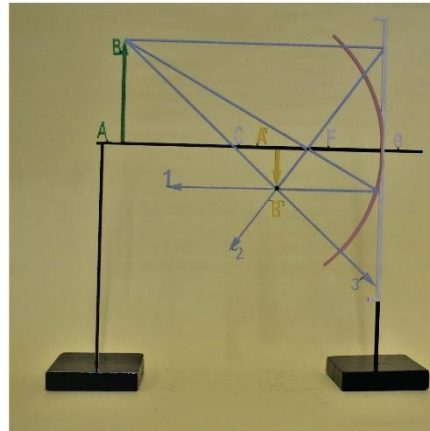
La luz se refleja en la superficie interna del espejo cóncavo.



Fuente: <https://www.educaplus.org/la2/espejos.html>

La luz se refleja en la superficie externa del espejo convexo.

Elementos de un espejo esférico: (Se presenta la maqueta para identificar estos elementos.)



Llamar a 1 estudiante de cada grupo para que cada uno reconozca y defina al menos 1 elemento del espejo esférico.

- Punto V: _____
- Punto C: _____
- Segmento R: _____
- Punto F: _____
- e: _____
- AB, s_o : _____
- A'B', s_i : _____
- y_o : _____
- y_i : _____



No se debe confundir el punto focal con el punto de enfoque.

Distancia focal: es la distancia entre el foco y el vértice y la obtenemos mediante:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = ?$$

Entregar la maqueta 3 minutos a cada grupo para que encuentren la relación que existe entre el foco y el radio para completar la ecuación anterior.

Aumento transversal: es el cociente entre el tamaño imagen y el tamaño objeto.

$$M_T = \frac{y_i}{y_o} = -\frac{s_i}{s_o}$$

¿ Qué representa el signo - en la ecuación del aumento transversal?



Formación de imágenes: Se puede ubicar la imagen mediante unos rayos luminosos conocidos como rayos principales, los cuales se pueden observar en la maqueta, dichos rayos son:

1. Rayo que se dibuja paralelo al eje óptico, se refleja por el foco.
2. Rayo que se dibuja por el foco, se refleja paralelo al eje óptico
3. Rayo que se dibuja por el centro de curvatura, se refleja sobre sí mismo.

Fuente: Auecillas, A. 2008. Óptica. Ecuador. Cuenca. ISBN-978-9978-14-172-4

Nota:

La imagen puede ser:

- Real si se encuentra en el campo objeto o Virtual si esta fuera de este.
- Derecha o Invertida
- Aumentada si la altura imagen es mayor a la altura objeto y Disminuida si la altura imagen es menor a la altura objeto

**Ejemplo de aplicación:**

Fuente:
<https://www.flaticon.com>

Un objeto de 12 cm de altura se ubica a 30 cm de un espejo cóncavo esférico que tiene un radio de curvatura de 18 cm. Encuentra la distancia de la imagen y el tamaño de la misma, descríbela y confirma los datos que obtuviste midiéndolos en la maqueta.

De la ecuación:

$$\frac{1}{s_i} + \frac{1}{s_o} = \frac{1}{f}$$

Despejamos y calculamos s_i :

$$\frac{1}{s_i} = \frac{1}{f} - \frac{1}{s_o}$$

$$\frac{1}{s_i} = \frac{1}{9} - \frac{1}{30} = \frac{7}{90}$$

Entonces: $s_i = \frac{90}{7} = 12,85 \text{ cm}$

Ahora calculamos el aumento transversal:

$$M_T = -\frac{s_i}{s_o}$$

$$M_T = -\frac{90}{30} = -\frac{3}{7}$$

$$M_T = -0,428$$

Finalmente calculamos la altura de la imagen:

$$M_T = \frac{y_i}{y_o}$$

$$y_i = M_T \times y_o$$

$$y_i = -\frac{3}{7} \times 12 = -\frac{36}{7}$$

$$y_i = -5,1$$

La imagen es real porque se encuentra en el campo imagen, es invertida porque el signo de y_i es negativo, y disminuida porque el aumento transversal es menor a 1.

91

Fuente: Auecillas, A. 2008. Óptica. Ecuador. Cuenca. ISBN-978-9978-14-172-4

Curiosidades:

1. Los espejos que permiten a las personas rasurarse o maquillarse son espejos cóncavos, pues ubican al individuo dentro del punto focal, lo que produce una imagen real, derecha y enormemente aumentada.



Fuente: <http://ilusionopticanatares.blogspot.com/2016/05/espejo-concavo.html>



Fuente: <https://www.amazon.es/?ie=UTF8&node=13958239031>



Fuente: <https://es.aliexpress.com/popular/10x-magnification-mirror.html>

2. Los espejos convexos reducen la imagen, por lo que se logra un gran campo de visión. Este tipo de espejos se los coloca en las tiendas debido a que ayudan a tener una vista general del local e identificar a los ladrones.



Fuente: <https://www.indoosrial.com/seguridad/espejos.html>



Fuente: <https://www.indoosrial.com/seguridad/espejos.html>

3. Otro uso que se les da a los espejos convexos son los espejos laterales de los vehículos, en ellos se observan los objetos más cercanos más pequeños, esto debido a las características de formación de imágenes que presentan este tipo de espejos.



Fuente: <https://es.aliexpress.com/item/32829007890.html>



Fuente: <https://contemporary-art-blog.com/post/156624248135>

4. La Cloud Gate (Puerta de la nube) es una escultura pública del artista indobritánico Anish Kapoor, se encuentra en la Plaza AT&T en el Millennium Park en Chicago. La parte interna representa un espejo cóncavo, mientras que la parte externa un espejo convexo.

Consolidación:

ACTIVIDAD 1

Encuentra palabras relacionadas con el tema en la sopa de letras y completa los enunciados:



ESPEJOS ESFERICOS

Y	N	R	T	O	T	N	E	M	U	A	A	N	S	K
E	C	Y	F	R	F	M	S	P	D	W	R	C	Ñ	P
C	G	D	W	A	B	Z	B	Z	B	F	U	M	A	B
F	H	S	G	O	O	X	U	M	Y	Ñ	T	R	J	Z
F	J	N	B	F	P	M	E	K	E	G	A	R	S	Q
Ñ	U	R	W	Z	B	U	N	Y	F	X	V	F	Q	N
K	O	V	O	K	F	A	V	D	I	S	R	H	Ñ	S
C	F	C	Ñ	M	A	A	V	A	O	V	U	S	E	Z
Q	W	E	I	U	Ñ	M	L	X	Q	E	C	L	F	E
V	L	X	R	T	Z	F	E	Z	Z	D	A	Q	R	S
P	B	L	E	L	P	V	U	U	C	U	X	K	U	P
S	O	V	A	C	N	O	C	A	T	Z	Z	W	G	E
H	Y	C	L	O	J	U	W	R	G	S	E	P	M	J
T	O	T	C	L	G	E	I	X	D	F	Q	Y	A	O
F	I	D	O	T	I	V	U	I	R	H	B	L	L	S

AUMENTO

- CONCAVOS
- CONVEXOS
- CURVATURA
- ESPEJOS
- FOCAL
- OPTICO
- PARAXIAL
- REAL
- VIRTUALES

kokolikoko.com

Los espejos esféricos pueden ser _____ o _____.

En la zona _____ los rayos de luz forman ángulos pequeños con el eje _____.

Los espejos esféricos convexos producen imágenes _____.

La distancia _____ es la distancia entre el foco y el vértice del espejo esférico.

La imagen es _____ cuando se encuentra dentro del campo imagen.

Rayo que llega a través del centro de _____ regresa por el mismo camino.

El _____ produccion por los _____ esféricos es la relación entre el tamaño de la imagen y el tamaño del objeto.

Fuente: Auecillas, A. 2008. Óptica. Ecuador. Cuenca. ISBN-978-9978-14-172-4

ACTIVIDAD 2

Ejercicios:

Del ejercicio modelo analiza y responde las siguientes preguntas. Cuando aproximamos el objeto al foco del espejo, la imagen de dicho objeto:



Fuente:
<https://www.flaticon.com>

1. ¿Permanece siempre real?
2. ¿ Se aleja del espejo, se aproxima a el o queda en la misma posición?
3. ¿Aumenta, disminuye o permanece del mismo tamaño?
4. ¿ Es siempre invertida en relación con el objeto?
5. ¿ Qué ocurre si colocamos el objeto en el foco del espejo?

El radio de un espejo convexo es de 98 cm, se sitúa un objeto de 12 cm de altura a 22 cm del espejo.



Fuente:
<https://www.flaticon.com>

1. Obtenga el valor de la imagen y su posición.
2. Describa la imagen.
3. En caso de que el objeto se encuentre a 15 cm del espejo. ¿Qué ocurre con la imagen?
4. ¿En qué posición deberá estar el objeto si la imagen se ubica a 20 cm del espejo?
5. Suponiendo que la altura del objeto es 9 cm. ¿Cuál sera la altura de la imagen y en donde se ubicará?

Un objeto de 10 cm de altura se ubica a 100 cm de distancia de un espejo cóncavo de radio de curvatura igual a 150 cm.



Fuente:
<https://www.flaticon.com>

1. Calcular la distancia focal.
2. Hallar la distancia imagen y la altura.
3. Realizar el gráfico de la formación de la imagen.
4. Describir la imagen.
5. ¿ Qué ocurre con la imagen si el espejo es convexo?

MATERIAL DIDÁCTICO

FORMACIÓN DE IMÁGENES EN INTERFASES ESFÉRICAS

TEMA: REFRACCIÓN EN INTERFASES ESFÉRICAS

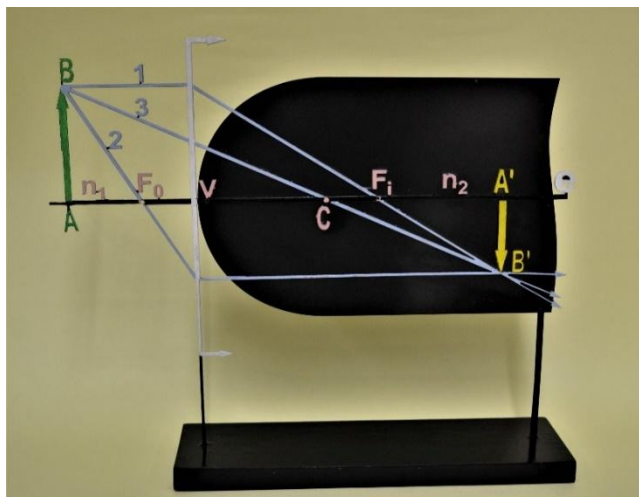


Tabla de información sobre el material didáctico.

ELEMENTO	COLOR	CANTIDAD	REPRESENTA
Línea vertical	Blanco	1	Símbolo de la interfase esférica
Línea horizontal	Negro	1	Eje
Plano	Gris	1	Medio 2
Línea vertical terminada en flecha	Verde	1	Objeto
Línea vertical terminada en flecha	Amarillo	1	Imagen
Líneas	Celeste	3	Rayos principales
Letras: A y B	Verde	2	Altura del objeto
Letras: A' y B'	Amarillo	2	Altura de la imagen
Letra F_i	Rosado	1	Foco imagen
Letra F_o	Blanco	1	Foco objeto
Letra C	Rosado	1	Centro
Letra V	Rosado	1	Vértice
Letra n_1	Rosado	1	Índice de refracción 1
Letra n_2	Rosado	1	Índice de refracción 2
Letra e	Blanco	1	Eje
Número 1, 2, 3	Celeste	1	3 Rayos principales
Base	Negro	2	



2 horas

Refracción en interfases esféricas

OBJETIVO: Definir la refracción en interfases esféricas y aplicarla en la resolución de problemas.

Anticipación:



Plantear la siguiente actividad a los estudiantes.

Fuente:
<https://www.flaticon.com>

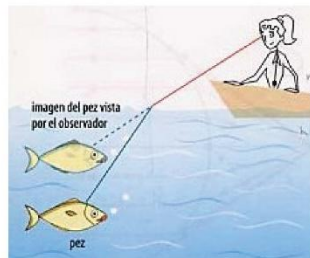
Ordene las palabras para descubrir el significado de los siguientes términos:



Fuente: <https://youtu.be/hhCrgj80IPU>

y / onda / la / que / dirección / de / Modificación / una / al / en / velocidad / en medio / en / propaga. / en / cambiar / se

Refracción: _____



Fuente: <http://opticafisicastienvil.blogspot.com/2015/05/imagenes-formadas-por-refraccion-en.html>

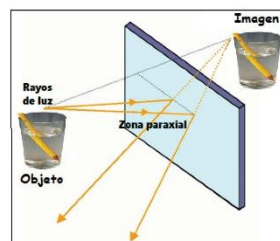
se / ambiente / la / forman / ambiente. / que / desde / con / imágenes / son / sin / Son / medio / otro / un / cuando / en / observadas / del / coincidir / medio / objeto / posición

Imágenes por refracción: _____



configuración / contacto / de / dos / diferente / de / Superficie /estructura. / medios / o / entre

Interfase: _____



Fuente: <http://optica geometrica2015.blogspot.com/2015/04/espejos.html>

eje. / rayos / es / luz / los / imagen / Es / próximos / en / de / intervienen / muy / que / la / son / al / formación / que / de / aquella / la / en

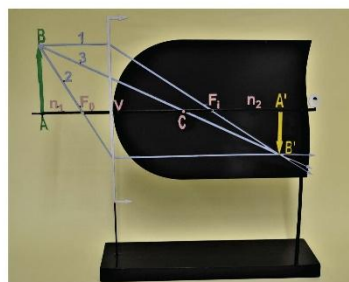
Zona paraxial: _____

Construcción:



Fuente: <https://www.flaticon.com/>

Solicitar a los estudiantes que, utilizando la maqueta, identifiquen los parámetros que ellos ya conocen como: la distancia objeto, la distancia imagen, el centro, el vértice, los focos, etc. Hacer que definan cada uno de ellos.



La interfase esférica se observa en la maqueta de color gris. Para representarla se utiliza una recta vertical que pasa por el vértice como se observa en la maqueta de color blanco; además tiene dos quiebres con flechas que se dirigen hacia el centro de curvatura de la interfase.

Para resolver un problema sobre refracción en interfases esféricas se realiza lo siguiente:



Se puede hallar el radio o las distancias objeto e imagen o los índices de refracción dependiendo de los datos que se proporcione en el problema mediante la ecuación para la refracción en interfases esféricas, esta es:

$$\frac{n_1}{s_o} + \frac{n_2}{s_i} = \frac{n_2 - n_1}{R}$$

Nota: Esta ecuación es válida en la zona paraxial.



Para calcular las distancias del foco objeto, F_o , y del foco imagen, F_i se utiliza las siguientes ecuaciones respectivamente:

$$f_o = \frac{n_1}{n_2 - n_1} R$$

$$f_i = \frac{n_2}{n_2 - n_1} R$$



Para obtener la altura imagen se puede calcular primero el aumento transversal, ya que éste es la relación entre las alturas de la imagen y del objeto, su ecuación es:

$$M_T = \frac{y_i}{y_o} = - \frac{n_1 s_i}{n_2 s_o}$$



Finalmente, para realizar el gráfico se utilizan los tres rayos principales los cuales se pueden evidenciar en la maqueta:

1. Rayo que llega paralelo al eje óptico emerge por el foco imagen, F_i (o como que viniera de él).
2. Rayo que llega por el foco objeto, F_o (o como que fuera hacia él) emerge paralelo al eje óptico.
3. Rayo que llega por el centro de curvatura no se desvía.

Nota:

- Si el foco objeto F_o o la distancia objeto S_o son positivas, estas se encuentran dentro del campo objeto, y si son negativos se encuentran fuera del campo objeto.
- Si el foco imagen F_i o la distancia imagen S_i son positivas, estas se encuentran dentro del campo imagen, y si son negativos se encuentran fuera del campo imagen.

99

Fuente: Avelillas, A. 2008. Óptica. Ecuador. Cuenca. ISBN-978-9978-14-172-4

Consolidación:**Actividad****Resuelva los siguientes ejercicios:**

Fuente:
<https://www.fisicacion.com/>

Una superficie esférica cóncava con índice de refracción 1,5 y radio 2 m limita una sustancia transparente. Halle las distancias focales, la posición de la imagen y el aumento transversal de un objeto que se ubica a 3 m a la izquierda del vértice y está sumergido en aire.



Fuente:
<https://www.fisicacion.com/>

Con los siguientes datos haga que los alumnos planteen 2 ejercicios y los resuelvan con sus respectivos gráficos:

- Superficie cóncava
- Radio 4 cm
- Distancia objeto 10 cm a la izquierda del vértice.
- Altura objeto 5 cm
- Índices de refracción a elección del estudiante.

MATERIAL DIDÁCTICO

SISTEMAS DE LENTES DELGADAS

TEMA: SISTEMAS DE LENTES DELGADAS

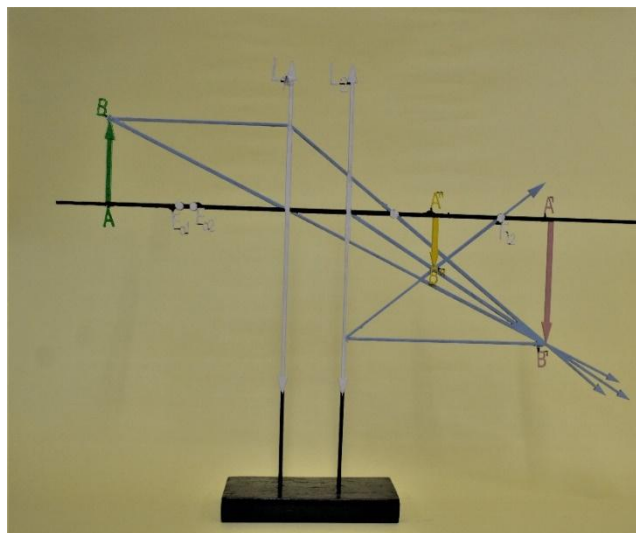
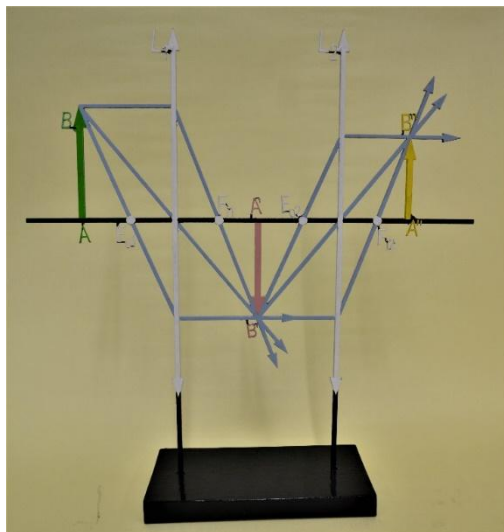


Tabla de información sobre el material didáctico.

ELEMENTO	COLOR	CANTIDAD	REPRESENTA
Líneas verticales con flechas	Blanco	2	Símbolo de lentes delgadas
Línea horizontal	Negro	1	Eje
Línea vertical terminada en flecha	Verde	1	Objeto
Línea vertical terminada en flecha	Rosado	1	Imagen de la lente 1
Línea vertical terminada en flecha	Amarillo	1	Imagen de la lente 2
Líneas	Celeste	3	3 Rayos principales
Letra L_1	Blanco	1	Lente delgada 1
Letra L_2	Blanco	1	Lente delgada 2
Letras: A y B	Verde	2	Altura del objeto
Letras: A' y B'	Rosado	2	Altura de la imagen de la lente 1
Letras: A'' y B''	Amarillo	2	Altura de la imagen de la lente 2
Letra F_{o1}	Blanco	1	Foco objeto de la lente 1
Letra F_{o2}	Blanco	1	Foco objeto de la lente 2
Letra F_{i1}	Blanco	1	Foco imagen de la lente 1
Letra F_{i2}	Blanco	1	Foco imagen de la lente 2
Base	Negro	2	


Tabla de información sobre el material didáctico.

ELEMENTO	COLOR	CANTIDAD	REPRESENTA
Líneas verticales con flechas	Blanco	2	Símbolo de lentes delgadas
Línea horizontal	Negro	1	Eje
Línea vertical terminada en flecha	Verde	1	Objeto
Línea vertical terminada en flecha	Rosado	1	Imagen de la lente 1
Línea vertical terminada en flecha	Amarillo	1	Imagen de la lente 2
Línea horizontal	Celeste	3	Rayos principales
Líneas oblicuas	Celeste	1	Rayos principales
Líneas oblicuas terminadas en flechas	Celeste	4	Rayos principales
Líneas horizontales terminadas en flechas	Celeste	2	Rayos principales
Letra L_1	Blanco	1	Lente delgada 1
Letra L_2	Blanco	1	Lente delgada 2
Letras: A y B	Verde	2	Altura del objeto
Letras: A' y B'	Rosado	2	Altura de la imagen de la lente 1
Letras: A'' y B''	Amarillo	2	Altura de la imagen de la lente 2
Letra F_{o1}	Blanco	1	Foco objeto de la lente 1
Letra F_{i2}	Blanco	1	Foco imagen de la lente 2
Base	Negro	2	



2 horas

Sistemas de lentes delgadas

OBJETIVO: Identificar los sistemas de lentes delgadas, sus características y ecuaciones.

Anticipación:

Solicitar previamente a los estudiantes que investiguen acerca del tema de lentes delgadas; proporcionar, como apoyo, las siguientes fuentes:

Videos:

<https://www.youtube.com/watch?v=r1pUipwSEsg>

<https://www.youtube.com/watch?v=CDRcCUSkl2A> (pedir que realicen la actividad mencionada en este video, para una lente convergente y divergente).



Fuente:
<https://www.flaticon.com>

Libros:

Física Universitaria con Física Moderna. Volumen 2. 13ª Edición, 2013. Young, Hugh D. y Freedman, Roger A. Código: 530-6040410, páginas: 1133-1139.
Óptica. Alberto Santiago Auecillas Jara. Código 535-123410, páginas 93-97.



Fuente:
<https://www.flaticon.com>

Iniciar la clase con las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es una lente delgada?
2. ¿Cuáles son sus tipos?
3. ¿Cuáles son los elementos más importantes en una lente delgada?
4. ¿Cuáles son los rayos principales para la formación de imágenes?

De la actividad del video: ¿Qué ocurre en los tres casos con la imagen formada en una lente convergente? y ¿en la lente divergente?

Construcción:

Diálogo con los estudiantes:

¿Qué consideran que es un sistema de lentes delgadas?

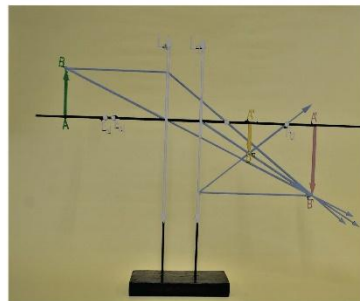
Consenso:

Un sistema de lentes delgadas es un conjunto de dos o más lentes delgadas que tiene en común el eje óptico.

- Utilice la maqueta 1 y conjuntamente con los estudiantes identifiquen en ella los elementos de un sistema de lentes delgadas.



Fuente:
<https://www.flaticon.com>



104

Fuente: Auecillas, A. 2008. Óptica. Ecuador. Cuenca. ISBN-978-9978-14-172-4

Para resolver un sistema de lentes delgadas se sigue los siguientes pasos:

Se deben conocer los focos de las dos lentes, en caso que el ejercicio no dé estos datos, se los obtienen empleando las ecuaciones vistas en el tema lentes delgadas.

1. Hallar la distancia focal del sistema mediante:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{d}{f_1 f_2}$$

2. Localizar los puntos principales del sistema H_1 y H_2 con las siguientes ecuaciones:

$$H_{11}H_1 = \frac{fd}{f_2} \quad H_{22}H_2 = -\frac{fd}{f_1}$$

En los puntos principales H_1 y H_2 se ubican los planos principales PP_1 y PP_2 .

Los puntos H_1 y H_2 se encuentran a la derecha de H_{11} y H_{22} , si las distancias $H_{11}H_1$ y $H_{22}H_2$ son positivas.

Desde H_1 se mide la distancia focal objeto f y s_o , y desde H_2 se mide la distancia focal imagen f y s_i .

3. Para ubicar la imagen se calcula la distancia imagen s_{i2} mediante:

$$s_{i2} = \frac{f_2 d - \frac{f_1 f_2 s_{o1}}{s_{o1} - f_1}}{d - f_2 - \frac{f_1 s_{o1}}{s_{o1} - f_1}}$$

4. Para calcular el aumento transversal y la distancia imagen se utiliza la siguiente ecuación:

$$M_T = M_{T1} \cdot M_{T2} = \frac{y_i}{y_o} = \frac{f_1 s_{i2}}{d(s_{o1} - f_1) - s_{o1} f_1} = -\frac{s_i}{s_o}$$

5. Finalmente, para la construcción de imágenes utilizamos los tres rayos principales que son:

- Rayo que llega paralelo hasta PP_1 , sigue paralelo hasta PP_2 y emerge por el foco imagen, F_i (o como que viniera de él).
- Rayo que llega por el foco objeto, F_o (o como que fuera hacia él) hasta PP_1 , sigue paralelo hasta PP_2 , y emerge paralelo al eje óptico.
- Rayo que llega por H_1 , sigue paralelo hasta H_2 , y emerge en la misma dirección.

Consolidación:

Actividad 1

Responda V si es verdadero o F si es falso a lo siguiente:

1. Las lentes delgadas pueden ser convergentes o divergentes. _____
2. En una lente divergente, el foco imagen se encuentra a la derecha de la lente. _____
3. Cuando el objeto se encuentra en el foco, la imagen que se forma es virtual. _____
4. En un sistema de lentes delgadas, la imagen de la primera lente actúa como objeto de la segunda lente. _____
5. Los sistemas de lentes delgadas únicamente generan imágenes virtuales. _____
6. Un sistema de lentes delgadas está formado por 2 o más lentes delgadas. _____



Fuente: <https://www.flaticon.com/>

Actividad 2



Una con una línea según corresponda sobre los tipos de lentes delgadas.

Fuente:
<https://unuuu.flati-con.com>



Biconvexa



Plano-Cóncava



Menisco-Convexa

Bicóncava



Plano-Cóncava



Menisco-Cóncava



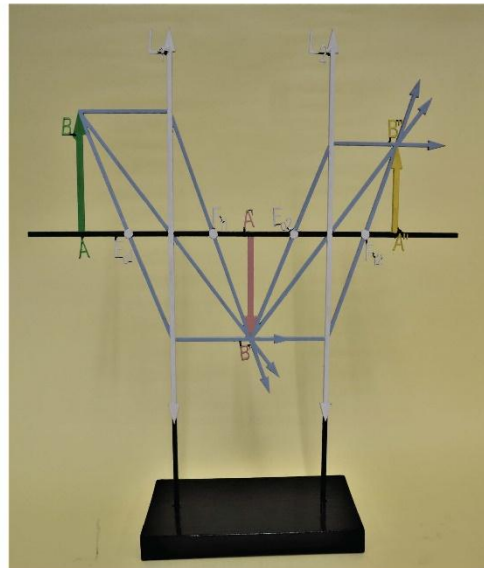
Fuente: <https://histoptica.com/lentes-optimas-dioptria/>

Actividad 3



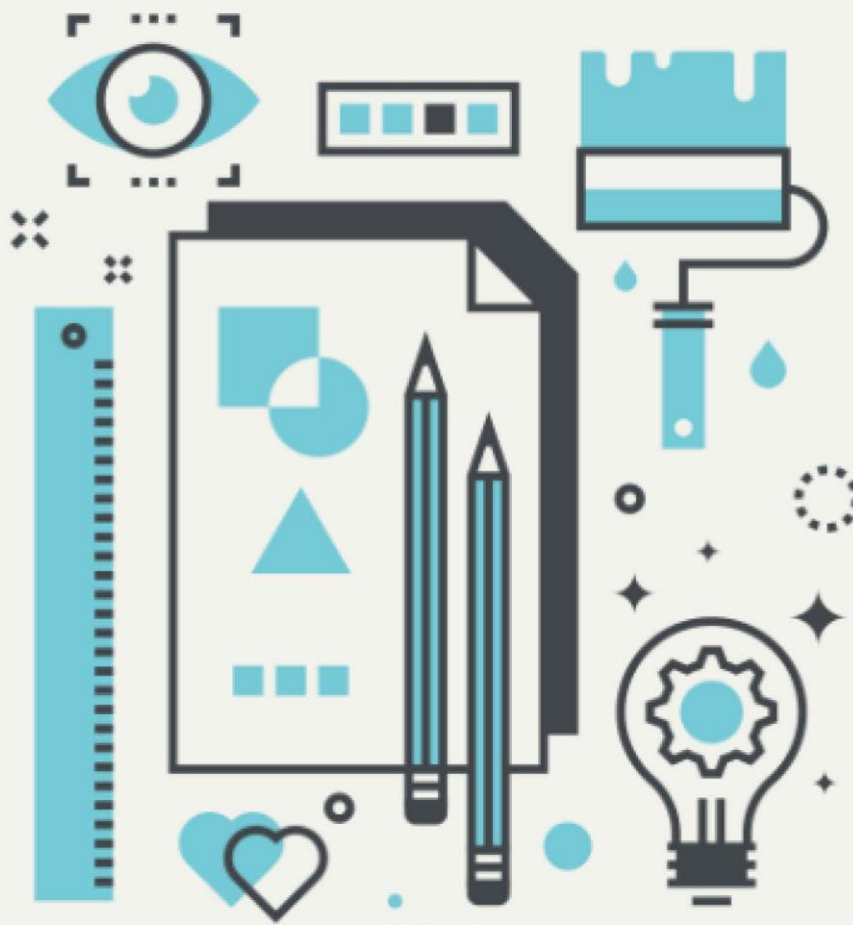
Delante de un sistema de dos lentes delgadas convergentes, cuyas distancias focales son $f_1 = 3,5$ cm y $f_2 = 3$ cm separadas 13,2 cm, se encuentra a 7,5 cm de la primera lente un objeto de 10 cm. **Describe la imagen resultante, tanto analítica como gráficamente y compare con la maqueta.**

Fuente:
<https://unuuu.flati-con.com>



106

CLASE 9



LENTES GRUESAS

MATERIAL DIDÁCTICO
FORMACIÓN DE IMÁGENES EN UNALENTE GRUESA
TEMA: LENTES GRUESAS

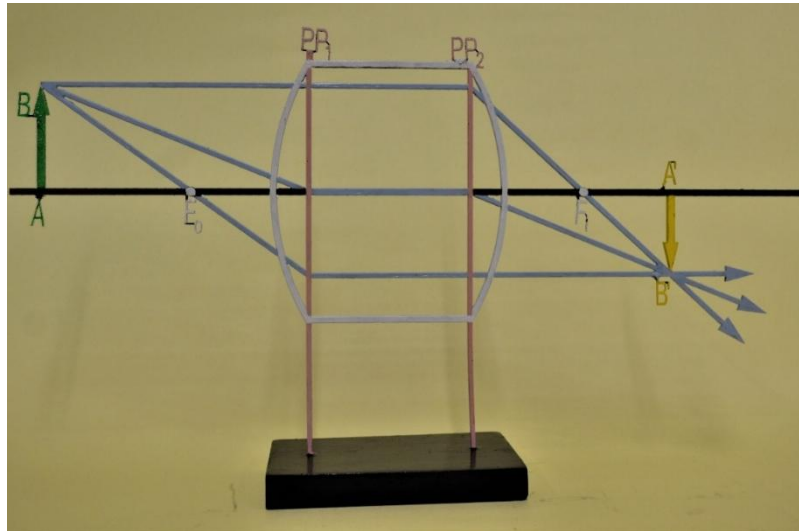


Tabla de información sobre el material didáctico.

ELEMENTO	COLOR	CANTIDAD	REPRESENTA
Líneas verticales	Rosado	2	Planos principales 1 y 2
Primera flecha	Verde	1	Objeto
Segunda flecha	Amarillo	1	Imagen
Líneas curvas unidas por líneas paralelas	Blanco	1	Lente gruesa
Líneas terminadas en flechas	Celeste	3	Tres rayos principales
Letras: A y B	Verde	2	Altura del objeto
Letras: A' y B'	Amarillo	2	Altura de la imagen
Letra F_0	Blanco	1	Foco objeto
Letra F_1	Blanco	1	Foco imagen
Letra PP_1	Rosado	1	Plano principal 1
Letra PP_2	Rosado	1	Plano principal 2
Eje horizontal	Negro	1	
Base	Negro	1	



2 horas

Lentes Gruesas

OBJETIVO: Analizar las ecuaciones relacionadas con las lentes gruesas y la manera cómo se forma una imagen.

Anticipación:



Fuente:
<https://www.flaticon.com>

Pedir que los estudiantes formen grupos de trabajo de 4 personas. A cada grupo se les proporcionará una lente gruesa y una lente delgada para que respondan a las siguientes preguntas:

¿Qué es una lente?

¿Cómo defines a una lente gruesa?

¿Qué diferencia existe entre una lente delgada y una lente gruesa?

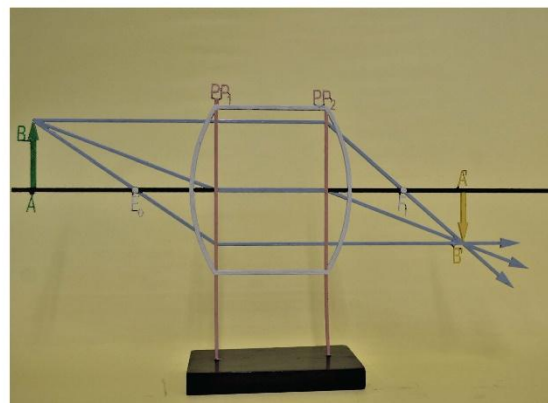
Al finalizar una persona de cada grupo tiene que exponer las respuestas; luego, con la ayuda del profesor, lleguen a un acuerdo acerca de qué es una lente gruesa.

Guíese de la maqueta para analizar:



Fuente:
<https://www.flaticon.com>

¿Qué elementos intervienen en la formación de una imagen en una lente gruesa?



109

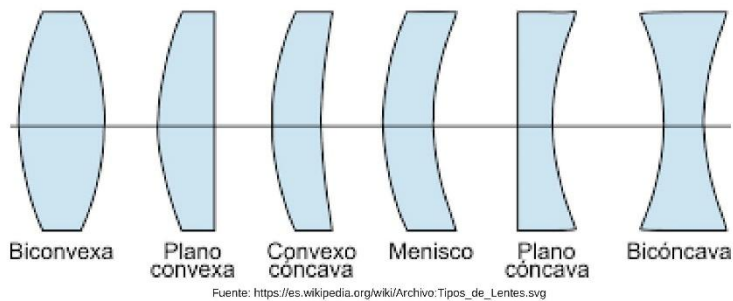
Construcción:

• Luego de analizar la maqueta, conversar con los estudiantes para que respondan:
¿ QUÉ SON:

- PP_1 y PP_2 : _____.
- H_1 y H_2 : _____.
- V_1 y V_2 : _____.
- F_o y F_i : _____.
- AB: _____.
- A'B': _____.



Tipos de lentes



Actividad

Completa los espacios en blanco con las siguientes palabras:



PP_1	F_i (Foco imagen)	PP_2	H_1
PP_2	H_2	PP_1	

Los rayos que forman una imagen en una lente gruesa son:

1. El rayo paralelo al eje óptico llega hasta _____, continúa paralelo hasta _____ y emerge por _____ (o como que viniera de él).
2. El rayo que llega por el foco objeto, F_o (o como que fuera hacia él) hasta _____, sigue paralelo hasta _____ y emerge paralelo al eje óptico.
3. El rayo que llega por _____, sigue paralelo hasta _____, y emergen en la misma dirección.

Las ecuaciones que permiten encontrar las distancias a las de los vértices a los planos principales son:

$$h_1 = -\frac{f(n_L - 1)t}{n_L R_2} \quad h_2 = -\frac{f(n_L - 1)t}{n_L R_1}$$

La distancia focal se la calcula mediante la expresión:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = (n_L - 1) \left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} + \frac{(n_L - 1)t}{n_L R_1 R_2} \right]$$

donde:

h_1 : distancia del V_1 a PP_1 .

h_2 : distancia del V_2 a PP_2 .

f : distancia focal.

s_o : distancia objeto.

s_i : distancia imagen.

n_L : índice de refracción de la lente.

R_1 : radio de la primera superficie.

R_2 : radio de la segunda superficie.

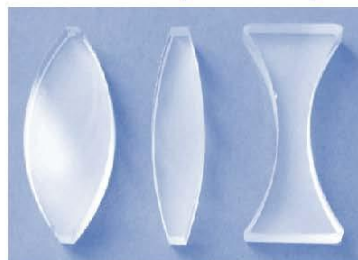
t : espesor de la lente



Fuente: <http://ffisimedic.blogspot.com/2013/>

Nota:

- Las distancias h_1 y h_2 son positivas siempre que se encuentren a la derecha de sus respectivos vértices.
- Observa todos los rayos que llegan desde PP_1 hasta PP_2 son paralelos.
- El distancia focal se la mide a partir de los planos principales.



Fuente:

http://contenidos.educar.ec/ejms/2008/52/optica/optica_ga03.htm

Fuente: Auecillas, A., 2008. Óptica. Ecuador, Cuenca. ISBN-978-9978-14-172-4

Consolidación:

Actividades:



Fuente: <http://www.125pic.com/suca/150602>

PARA EXPERIMENTAR:

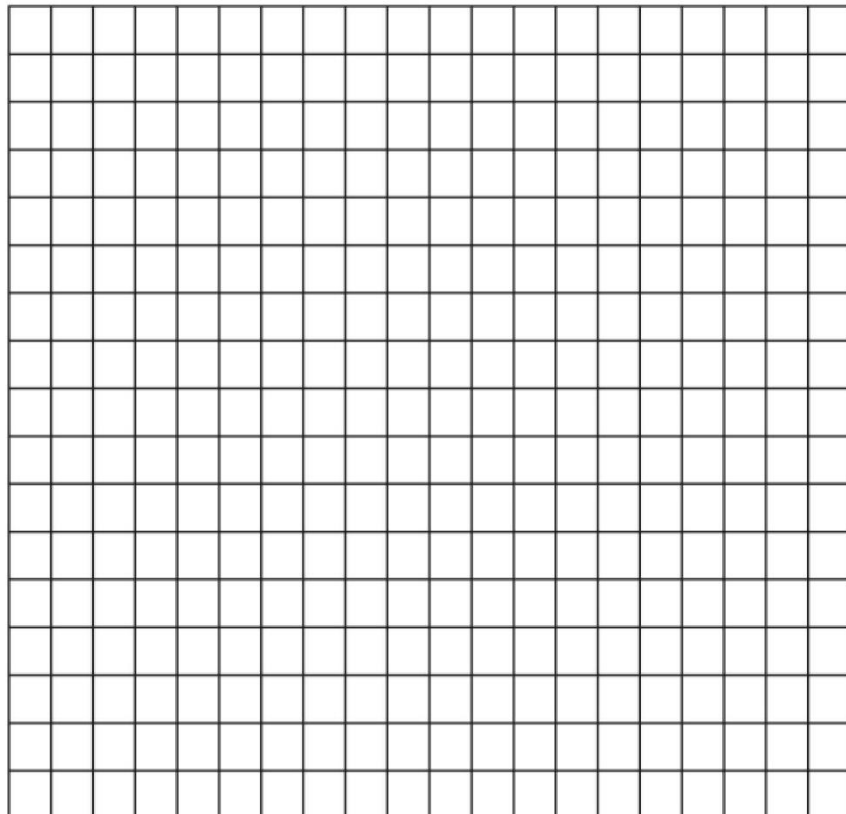
Cada grupo tendrá una lente gruesa. Ayudar a cada grupo a determinar la distancia focal de cada lente utilizando luz láser.

PARA RESOLVER:

Una lente gruesa biconvexa de vidrio flint con radios 4 cm y 6 cm y 2 cm de espesor. Un objeto de altura 5 cm se encuentra a 12 cm de la lente. Determina la distancia focal, los planos principales y dibuja la formación de la imagen.



Fuente: <https://www.canva.com>



MATERIAL DIDÁCTICO
SISTEMAS DE LENTES GRUESAS

TEMA: SISTEMAS DE LENTES GRUESAS

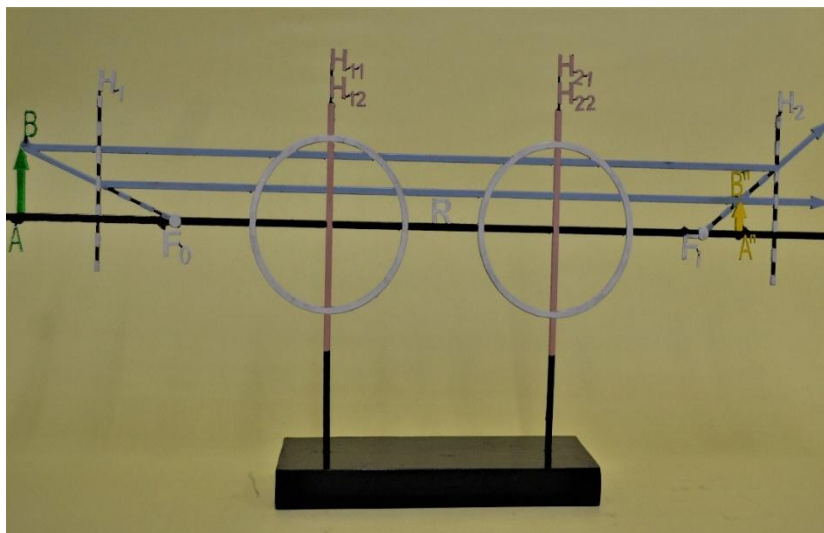


Tabla de información sobre el material didáctico.

ELEMENTO	COLOR	CANTIDAD	REPRESENTA
Líneas verticales	Blanco/Negro	2	Planos principales del sistema
Líneas verticales	Rosado	2	Planos principales de las lentes
Línea horizontal	Negro	1	Eje
Círculo	Blanco	2	Lentes gruesas
Línea vertical terminada en flecha	Verde	1	Objeto
Línea vertical terminada en flecha	Amarillo	1	Imagen de la lente 2
Líneas terminadas en flechas	Celeste	3	Rayos principales
Letras H_1 y H_2	Blanco	1	Puntos principales
Letras H_{11} y H_{12}	Rosado	2	Puntos principales de la lente 1
Letras H_{21} y H_{22}	Rosado	2	Puntos principales de la lente 2
Letras: A y B	Rosado	2	Altura de la imagen del objetivo
Letras: A'' y B''	Amarillo	2	Altura de la imagen del ocular
Letra F_{02}	Blanco	1	Foco objeto 2
Letra F_{11}	Blanco	1	Foco imagen 1
Letra F_{12}	Blanco	1	Foco imagen 2
Base	Negro	2	



2 horas

Sistemas de lentes gruesas

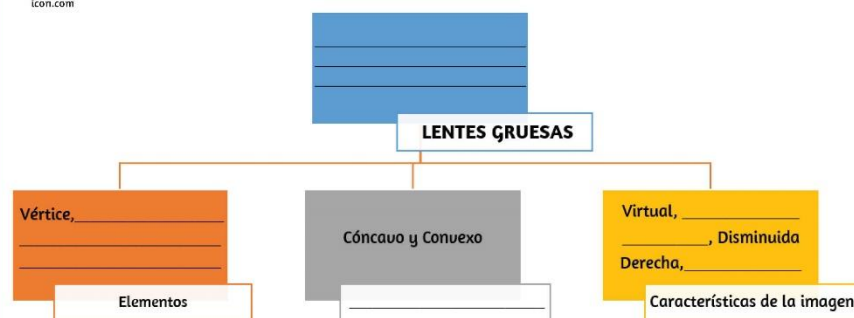
OBJETIVO: Describir la formación de imágenes en un sistema de lentes gruesas.

Anticipación:



Pedir a los estudiantes que completen el siguiente organizador gráfico sobre conocimientos de lentes gruesas.

Fuente: <https://www.flaticon.com>



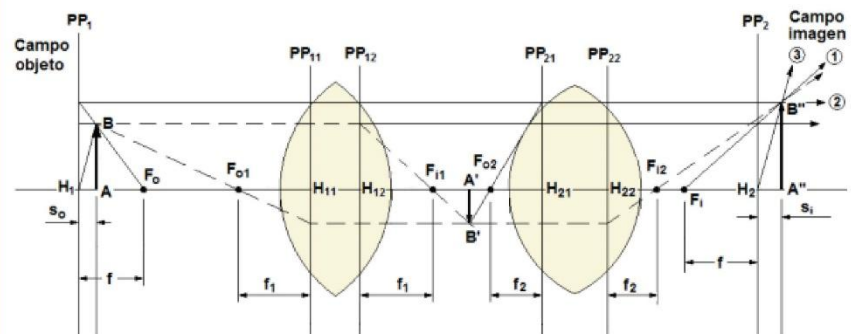
Construcción:

- Formar grupos de trabajo y pedir que realicen un gráfico de lo que ellos consideren es un sistema de lentes gruesas y sus elementos.
- Hacer que un miembro de cada grupo presente y describa su gráfico a sus compañeros.
- Sacar una idea general de todo el grupo sobre los sistemas de lentes gruesas.



Fuente: <https://definicion.de/grupo-de-trabajo/>

Utilice el siguiente gráfico y conjuntamente con los estudiantes coloque los elementos y complete la tabla.



Fuente: Auecillas, A. (2018). Óptica. Figura 2.1.9.1. [Figura].

ELEMENTOS	DESCRIPCIÓN
PP ₁₁ y PP ₂₁	Planos principales primera lente
PP ₁₂ y PP ₂₂	
PP ₁ y PP ₂	Planos principales del sistema
H ₁₁ y H ₂₁	Puntos principales de la primera lente
H ₁₂ y H ₂₂	
H ₁ y H ₂	
s _{o1}	
s _{i2}	Distancia imagen de la segunda lente
s _o	Distancia objeto
s _i	
f ₁	
f ₂	Distancia focal segunda lente
f	
d	Distancia inter-lentes

Para resolver un sistema de lentes gruesas, se lo realiza de la siguiente manera:

Se deben conocer los focos de las dos lentes así como sus planos principales, en caso que el ejercicio no dé estos datos, se los obtienen empleando las ecuaciones vistas en el tema lentes gruesas. Tener en cuenta que las distancias objeto e imagen y las distancias focales de cada lente, se las ubican de acuerdo a sus planos principales.

1. Calcular la distancia focal del sistema con la siguiente ecuación:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{d}{f_1 f_2}$$



El foco objeto es positivo cuando se encuentra a la izquierda de H₁, caso contrario es negativo.

El foco imagen es positivo cuando se encuentra a la derecha de H₂, caso contrario es negativo.

2. La ubicación de PP₁, PP₂, H₁ y H₂, se calcula mediante las ecuaciones:

$$H_{11}H_1 = \frac{fd}{f_2} \quad H_{22}H_2 = -\frac{fd}{f_1}$$

Si H₁ y H₂ se ubican a la derecha de H₁₁ y H₂₂, las distancias H₁₁H₁ y H₂₂H₂ son positivas.

3. Para obtener la altura imagen y_i se debe calcular el aumento transversal del sistema utilizando las distancias objeto e imagen o multiplicando los aumentos transversales de las dos lentes, mediante:

$$M_T = M_{T1} \times M_{T2} = \frac{y_i}{y_o} = -\frac{s_i}{s_o}$$

s_o es positiva si se encuentra a la izquierda de H₁, mientras que s_i es positiva si se encuentra a la derecha de H₂.

4. para la construcción de imágenes utilizamos los rayos principales que son:
- Rayo que llega paralelo hasta PP_1 sigue paralelo hasta PP_2 y emerge por el foco imagen, F_1 (o como que viniera de él).
 - Rayo que llega por el foco objeto, F_o (o como que fuera hacia él) hasta PP_1 , sigue paralelo hasta PP_2 , y emerge paralelo al eje óptico.
 - Rayo que llega por H_1 , sigue paralelo hasta H_2 , y emerge en la misma dirección.

Consolidación:

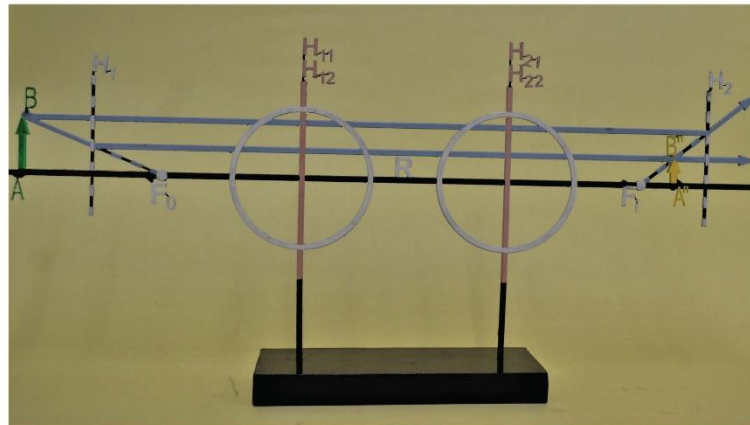
Actividad



Resuelva el siguiente problema y compruébelo utilizando la maqueta.

Dos esferas de radio 5 cm e índice de refracción 2 están separadas 5 cm. Se coloca un objeto de 4 cm a 15 cm de distancia del primer vértice. ¿A qué distancia del último vértice se formará la imagen? Descríbala.

Fuente:
<https://www.flaticon.com>



Fuente: Auecillas, A. 2008. Óptica. Ecuador. Cuenca. ISBN-978-9978-14-172-4

117

CLASE 11



SISTEMAS ÓPTICOS ANTEOJO DE GALILEO

MATERIAL DIDÁCTICO
ANTEOJO DE GALILEO
TEMA: SISTEMAS ÓPTICOS

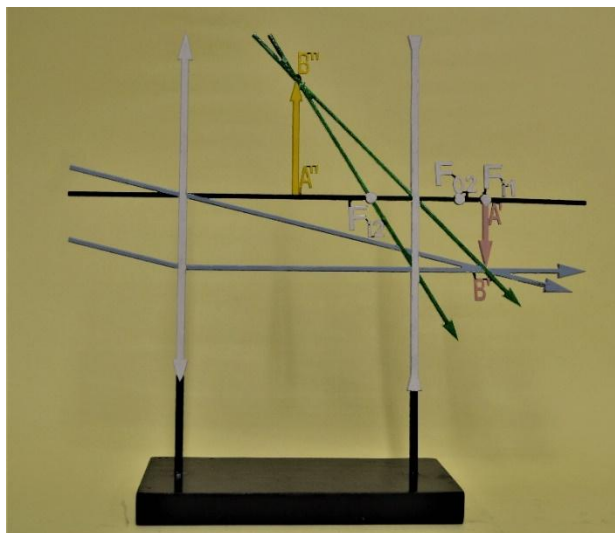


Tabla de información sobre el material didáctico.

ELEMENTO	COLOR	CANTIDAD	REPRESENTA
Línea vertical con saetas hacia afuera	Blanco	1	Objetivo
Línea vertical con saetas hacia adentro	Blanco	1	Ocular
Línea horizontal	Negro	1	Eje
Línea vertical terminada en flecha	Amarillo	1	Imagen del ocular
Línea vertical terminada en flecha	Rosado	1	Imagen del objetivo
Líneas terminadas en flechas	Celeste	2	Rayos principales del objetivo
Líneas terminadas en flechas	Verde	2	Rayos principales del ocular
Letras H_1 y H_2	Blanco	1	Puntos principales
Letras H_{11} y H_{12}	Rosado	2	Puntos principales de la lente 1
Letras H_{21} y H_{22}	Rosado	2	Puntos principales de la lente 2
Letras: A y B	Verde	2	Altura del objeto
Letras: A'' y B''	Amarillo	2	Altura de la imagen de la lente 2
Letra F_o	Blanco	1	Foco objeto
Letra F_i	Blanco	1	Foco imagen
Letra R	Blanco	1	Radio
Base	Negro	2	



Sistemas Ópticos - Anteojo de Galileo

OBJETIVO: Describir el anteojo de Galileo, su funcionamiento y características

Anticipación:

Se presentará un vídeo sobre la historia de Galileo Galilei.

<https://youtu.be/LujuUWPdBT4>



Fuente:
<https://www.flaticon.com>

Luego de ver el vídeo realice las siguientes preguntas a los estudiantes:

1. ¿Por qué a Galileo se le considera el padre de la ciencia moderna?
2. ¿Cómo consiguió Galileo desarrollar el anteojo?
3. ¿Qué se descubrió al utilizar el anteojo de Galileo?
4. ¿Qué es lo que más le impactó del video?



Fuente: <https://laicismo.org/galileo-y-sus-incómodas-evidencias/>

Dato histórico:

El 31 de octubre de 1992 en Roma, luego de 359 años, 4 meses y 9 días después de la sentencia de la Inquisición, Juan Pablo II, pidió perdón por la condena injusta de Galileo Galilei y rehabilitó al filósofo y matemático de Pisa.

Construcción:

Presentar la maqueta "Anteojo de Galileo" y realizar las siguientes preguntas:

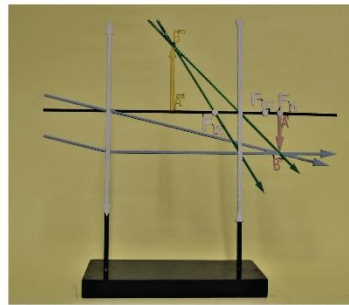
1. ¿Qué tipo de sistema es?
2. ¿Qué tipos de lentes son?
3. ¿Cuál cree que es el lente ocular?
4. ¿Qué elementos más identifica en la maqueta?



Fuente: <https://definicion.de/grupo-de-trabajo/>

120

Dato curioso:
Los binoculares para el teatro se los construye con este sistema, sin embargo tienen poco aumento.



Fuente:
<https://www.flaticon.com>

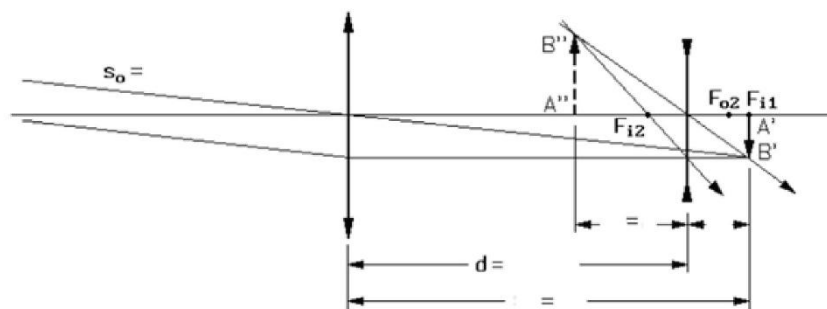
Los consensos a los que se pueden llegar en las preguntas:

1. Como se puede notar, se trata de un sistema de dos lentes delgadas.
2. El sistema está conformado por una lente convergente y por una lente divergente.
3. El lente ocular es divergente plano-cóncava (negativo) con una distancia focal pequeña y el lente objetivo es convergente plano-convexa (positivo) de gran distancia focal.
4. Foco objeto e imagen de la segunda lente; foco imagen de la primera lente, su foco objeto no se encuentra debido a su distancia. Se encuentra, de izquierda a derecha, el lente objetivo, la imagen final, el lente ocular, y la imagen generada por la primera lente.

☐ Anote las siguientes consideraciones que se deben cumplir:

- ☞ $s_o = \infty$
- ☞ $s'_i = f_1$
- ☞ $s'_o = |f_2|$
- ☞ $s_i = \delta$
- ☞ $d \approx f_1 - |f_2|$

Luego conjuntamente con los estudiantes, analicen el funcionamiento del anteojo de Galileo guiándose con la maqueta y pedir que coloquen las distancias correspondientes en el gráfico:



Fuente: Auecillos, A. (2018). Óptica. Figura 2.1.11.8. [Figura].

Fuente: Auecillos, A. 2008. Óptica. Ecuador. Cuenca. ISBN-978-9978-14-172-4

Dato curioso:
Al aumento angular también se lo denomina poder amplificador, para el caso de no exceder del valor 6, usualmente van de 2,5 a 4.

Su aumento angular se lo calcula con la siguiente ecuación:

$$M_{\theta} = \frac{f_1}{f_2} = \frac{D'}{D} \quad \text{con} \quad f_1 > f_2$$

donde:

- f_1 = distancia focal de la primera lente
- f_2 = distancia focal de la segunda lente
- D' = diámetro del objetivo
- D = diámetro de A'B' de la primera lente

Consolidación:

Actividad

Investigar y anotar las ventajas y desventajas que tiene el anteojo de Galileo.



VENTAJAS	DESVENTAJAS

Actividad

Resuelve el siguiente problema relacionado con la maqueta:

Determinar la distancia inter-lentes y el aumento angular de un anteojo de Galileo cuya lente ocular tiene una distancia focal de 3 cm y su lente objetivo una distancia focal de 20 cm.



Fuente: AVECILLAS, A. 2008. Óptica. Ecuador. Cuenca. ISBN-978-9978-14-172-4

MATERIAL DIDÁCTICO

SUMA DE FASORES

TEMA: SUMA DE ONDAS DE LA MISMA FRECUENCIA

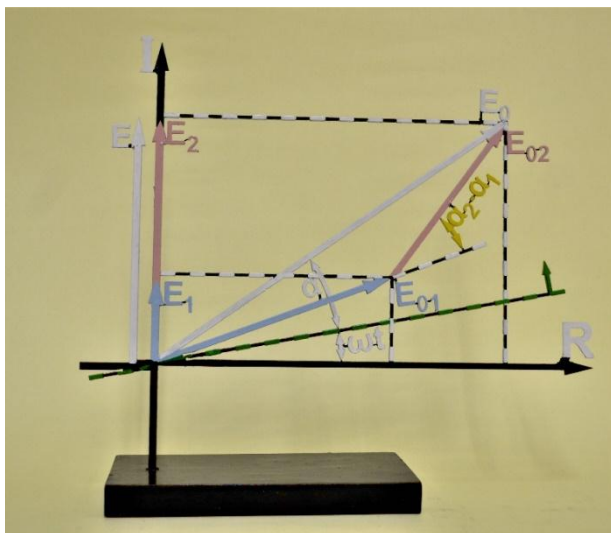


Tabla de información sobre el material didáctico.

ELEMENTO	COLOR	CANTIDAD	REPRESENTA
Línea vertical con saeta	Negro	1	Eje imaginario
Línea horizontal con saeta	Negro	1	Eje real
Línea vertical con saeta	Blanco	1	Onda resultante
Línea vertical con saeta	Celeste	1	Onda 1
Línea vertical con saeta	Rosado	1	Onda 2
Línea oblicua con saeta	Blanco	1	Fasor resultante
Línea oblicua con saeta	Celeste	1	Fasor 1
Línea oblicua con saeta	Rosado	1	Fasor 2
Líneas punteadas	Blanco/Ne gro	4	Proyecciones
Línea punteada	Verde/Neg ro	1	Eje de rotación
Flecha	Verde	1	Dirección del eje de rotación
Curva con saetas	Blanco	2	Ángulos
Curva con saetas	Amarillo	1	Ángulo
Letras E y E ₀	Blanco	2	Onda y fasor resultantes



Letras E_1 y E_{01}	Celeste	2	Onda y fador 1
Letra E_2 y E_{02}	Rosado	2	Onda y fosor 2
Letras: A y B	Verde	2	Altura del objeto
Letras: A'' y B''	Amarillo	2	Altura de la imagen de la lente 2
Letra α	Blanco	1	Foco objeto
Letras ωt	Blanco	1	Foco imagen
Letra $\alpha_2 - \alpha_1$	Amarillo	1	Radio
Letra I	Blanco	1	Eje imaginario
Letra R	Blanco	1	Eje real
Base	Negro	2	



2 horas

Suma de ondas de la misma frecuencia

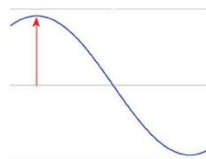
OBJETIVO: Analizar la suma de ondas de la misma frecuencia para aplicarla en el estudio de polarización.

Anticipación:

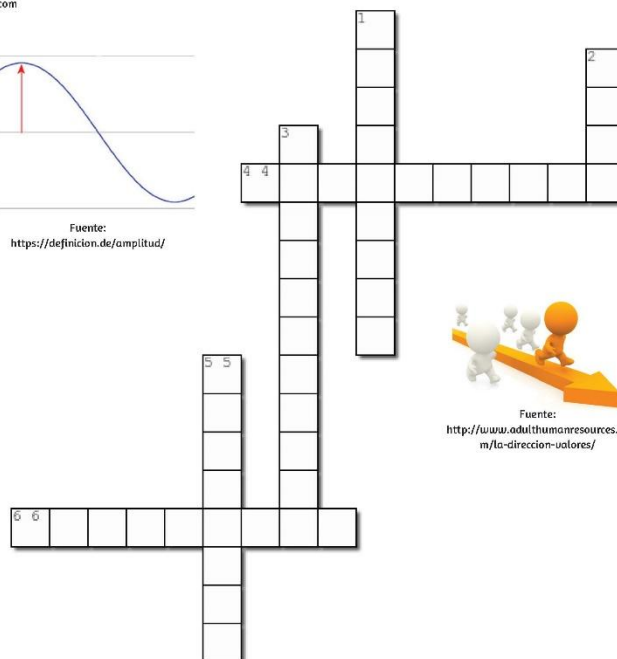


Lea los conceptos relacionados con la suma de ondas de la misma frecuencia y complete el crucigrama.

Fuente:
<https://www.flaticon.com>



Fuente:
<https://definicion.de/amplitud/>



Fuente:
<http://www.odu/thumonresources.com/la-direccion-valores/>

Creado con Crossword Maker en TheTeachersCorner.net

Horizontal:

- 4.** Es el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico.
- 6.** Relación que se establece entre el espacio o la distancia que recorre un objeto y el tiempo que invierte en ello.

Vertical:

- 1.** Indicación de la orientación o destino de un cuerpo en movimiento.
- 2.** Es una perturbación que se propaga desde el punto en que se produjo hacia el medio que rodea ese punto.
- 3.** Es el cociente entre la potencia (la energía por unidad de tiempo) y el área que recibe la radiación.
- 5.** Es el valor máximo de un movimiento o señal.

126

Construcción:

La superposición de ondas es una suma de dos o más ondas cuya resultante es otra onda, generalmente diferente a las ondas superpuestas.

Para el caso de ondas de igual dirección, frecuencia y velocidad; podemos escribir la solución de la ecuación de onda de la siguiente manera:

$$\vec{E}(x; t) = E_0 \text{Sen}[\omega t - (Kx + \varepsilon)]\vec{u}$$

pero si, $\alpha(x; \varepsilon) = -(Kx + \varepsilon)$

tenemos que: $\vec{E}(x; t) = E_0 \text{Sen}[\omega t + \alpha(x; \varepsilon)]\vec{u}$

Para dos ondas $\vec{E}_1 = E_{01} \text{Sen}(\omega t + \alpha_1)\vec{u}$ y $\vec{E}_2 = E_{02} \text{Sen}(\omega t + \alpha_2)\vec{u}$ que tienen la misma dirección, frecuencia y velocidad, al superponerlas se obtiene la onda resultante:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = E_0 \text{Sen}(\omega t + \alpha)\vec{u}$$

donde:

$$E_0 = \sqrt{E_{01}^2 + E_{02}^2 + 2E_{01}E_{02}\text{Cos}(\alpha_2 - \alpha_1)}$$

$$\alpha = \text{Tan}^{-1} \left[\frac{E_{01}\text{Sen}\alpha_1 + E_{02}\text{Sen}\alpha_2}{E_{01}\text{Cos}\alpha_1 + E_{02}\text{Cos}\alpha_2} \right]$$

Ten en cuenta que la resultante es armónica y tiene la misma dirección y frecuencia que las ondas que se superponen.

De forma general, al superponer N ondas de igual dirección, frecuencia y velocidad, su resultante es:

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^N \vec{E}_i = E_0 \text{Sen}(\omega t + \alpha)\vec{u}$$

donde:

$$E_0 = \sqrt{\sum E_{0i}^2 + 2 \sum E_{0i} \sum E_{0j} \text{Cos}(\alpha_i - \alpha_j)}$$

$$\alpha = \text{Tan}^{-1} \left[\frac{\sum E_{0i} \text{Sen}\alpha_i}{\sum E_{0i} \text{Cos}\alpha_i} \right]$$

Para N osciladores que emiten ondas de la misma amplitud, E_{01} , pero con fases iniciales, α_i , que varían, se tienen que $|E_0^2| = NE_{01}^2$, para lo cual la irradiancia resultante es: $I = NI_1$.

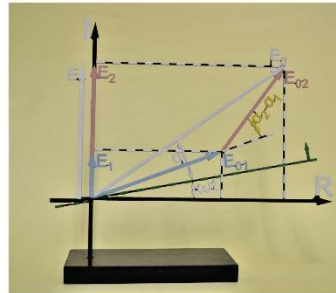
Sin embargo, si en el caso anterior las fases iniciales son iguales y constantes, se tiene que $|E_0^2| = N^2 E_{01}^2$, cuya irradiancia resultante es: $I = N^2 I_1$

Dato curioso:
las formas de superponer ondas matemáticamente:
algebraica,
vectorial,
trigonométrica,
compleja, fasorial,
etc.

Suma de fasores

Los fasores son números complejos que proporcionan información de la amplitud y del ángulo de una función senoidal; para este caso, la magnitud y fase de la onda. De manera simbólica se representan como: $E_0 \angle \alpha$

Conjuntamente con los estudiantes analizar el gráfico, en el que se muestran los fasores de las ondas $\vec{E}_1 = E_{01} \text{Sen}(\omega t + \alpha_1) \vec{u}$ y $\vec{E}_2 = E_{02} \text{Sen}(\omega t + \alpha_2) \vec{u}$



Preguntas:

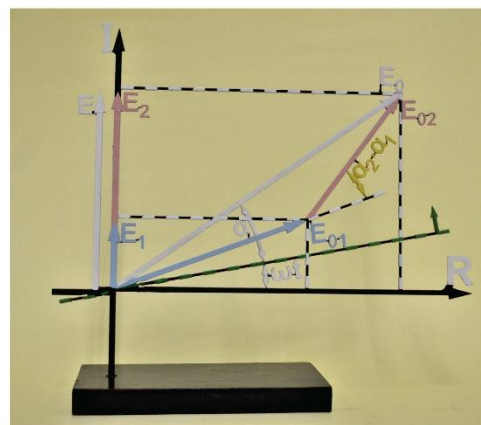
1. ¿Qué representa la flecha que se encuentra sobre la línea entrecortada?
2. ¿Cómo se grafican los fasores en el plano imaginario?
3. ¿Qué representan los “vectores” E_1 y E_2 que se encuentran en el eje imaginario?
4. ¿Cuál es la representación simbólica de los fasores de las ondas \vec{E}_1 y \vec{E}_2 ?

Consensos a los que se pueden llegar:

1. Que el giro se da en el sentido antihorario.
2. De la función de la onda, se grafican su amplitud y su fase, como si se tratara de un vector.
3. Son las proyecciones $E_{01} \text{Sen}(\omega t + \alpha_1) \vec{u}$ y $E_{02} \text{Sen}(\omega t + \alpha_2) \vec{u}$ sobre el eje imaginario.
4. Se representan como $E_{01} \angle \alpha_1 + \omega t$ y $E_{02} \angle \alpha_2 + \omega t$ para $t = 0$, simplemente $E_{01} \angle \alpha_1$ y $E_{02} \angle \alpha_2$.



De igual manera, analizar la maqueta que representa la suma de fasores de las ondas \vec{E}_1 y \vec{E}_2 .



128

Fuente: Auecillos, A. 2008. Óptica. Ecuador. Cuenca. ISBN-978-9978-14-172-4

Preguntas:

1. Observando la maqueta, ¿de qué forma se suman fasores?
2. ¿Qué representa el "vector" E que se encuentran en el eje imaginario?
3. ¿De qué manera cree que se obtiene la función de onda del fasor resultante?

Consensos a los que se pueden llegar:

1. La suma de fasores se la realiza como una suma vectorial.
2. Es la proyección resultante de la suma $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = E_0 \text{Sen}(\omega t + \alpha)$ sobre el eje imaginario.
3. Debido a que la proyección del fasor resultante es la función resultante $E_0 \text{Sen}(\omega t + \alpha)$, únicamente se reemplazan los valores medidos del fasor resultante; debido a esto la escala del gráfico debe ser adecuada.



Ondas estacionarias

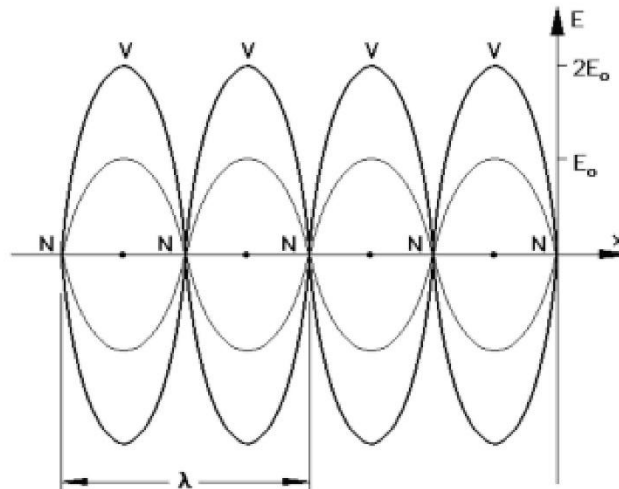
La solución general de la ecuación de onda consiste en la suma de dos ondas viajeras:

$$\psi(x; t) = C_1 f(x - vt) + C_2 g(x + vt)$$

Para el caso de una onda incidente $\vec{E}_i = E_{0i} \text{Sen}(\omega t - Kx + \epsilon_i) \vec{u}$ y una onda reflejada $\vec{E}_r = E_{0r} \text{Sen}(\omega t + Kx + \epsilon_r) \vec{u}$, que son ondas armónicas de igual dirección y frecuencia pero de sentidos opuestos, la onda resultante es $\vec{E} = \vec{E}_i + \vec{E}_r$. Tomando en cuenta las condiciones físicas de frontera donde $\vec{E}(0; t) = 0$, se tiene que $\epsilon_i = \epsilon_r = 0$ y como consecuencia $E_{0i} = -E_{0r}$ o $E_{0i} = E_0$ para la onda incidente mientras que $E_{0r} = -E_0$ para la onda reflejada; cuya resultante es la onda estacionaria:

$$\vec{E} = E_0 [\text{Sen}(Kx - \omega t) - \text{Sen}(Kx + \omega t)] \vec{u} = -2E_0 \text{Sen} Kx \text{Cos} \omega t \vec{u}$$

Esto debido a que en su argumento no aparece $(x \pm vt)$.



Fuente: Auecillas, A. 2008. Óptica. Ecuador. Cuenca, ISBN-978-9978-14-172-4

Análisis con los estudiantes:**Preguntas:**

1. De la tercera parte de la identidad, ¿cuál es la amplitud de la onda?
2. ¿Varía armónicamente? ¿de qué manera?
3. En el gráfico se observan N que son los nodos y V que son los vientres, ¿qué caracteriza a cada uno?

Consensos a los que se pueden llegar:

1. La amplitud es un valor constante dado por $-2E_0 \text{Sen } Kx$.
2. Sí, varía armónicamente de acuerdo al $\text{Cos}\omega t$.
3. En los nodos la amplitud de la onda es siempre igual a cero, mientras que en los vientres la amplitud alcanza el máximo valor posible $\pm 2E_0$.



Fuente:
<https://www.flaticon.com>

Consolidación:**Realice las actividades planteadas, compare las respuestas con las de las imágenes y arme el rompecabezas**

Fuente:
<https://www.flaticon.com>

La ecuación de la resultante de la superposición de dos ondas es:

_____ R(1)

La ecuación de la fase de la onda resultante de la superposición de dos ondas es:

_____ R(2)

La irradiancia resultante de N osciladores que emiten ondas de la misma amplitud y fases constantes se calcula mediante:

_____ R(3)



Fuente:
<https://www.flaticon.com>

La _____ es la suma de las ondas individuales produciendo como resultado una onda diferente a las individuales. (R4)

Un _____ es un número complejo que presenta información sobre la amplitud y el ángulo de fase de una función senoidal. (R5)

Una _____ es aquella en las que ciertos puntos de la onda llamados nodos permanecen inmóviles. (R6)

Determine la resultante de la suma de las siguientes ondas:



Fuente:
<https://www.flaticon.com>

$$\vec{E}_1 = 30 \sin(\omega t + 45)$$

$$\vec{E}_2 = 20 \sin(\omega t + 90)$$

$$\vec{E}_3 = 15 \sin(\omega t + 240)$$

$$\vec{E}_4 = 50 \sin(\omega t + 180)$$

_____ (R7)

130

Halle la resultante de superponer las siguientes ondas eléctricas:



Fuente:
<https://www.flaticon.com>

$$\vec{E}_1 = 18 \sin(30\pi t - Kr) \vec{i}$$

$$\vec{E}_2 = 10 \sin(30\pi t - Kr + \pi) \vec{i}$$

_____ (R8)



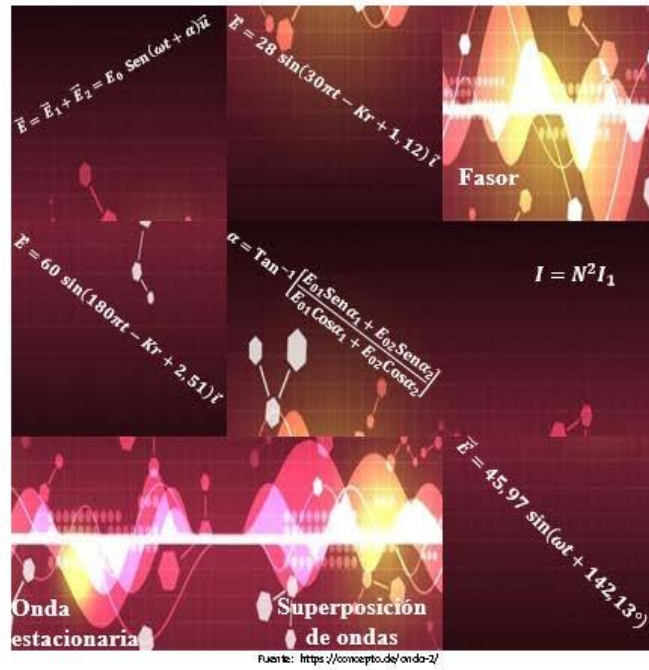
Fuente:
<https://www.flaticon.com>

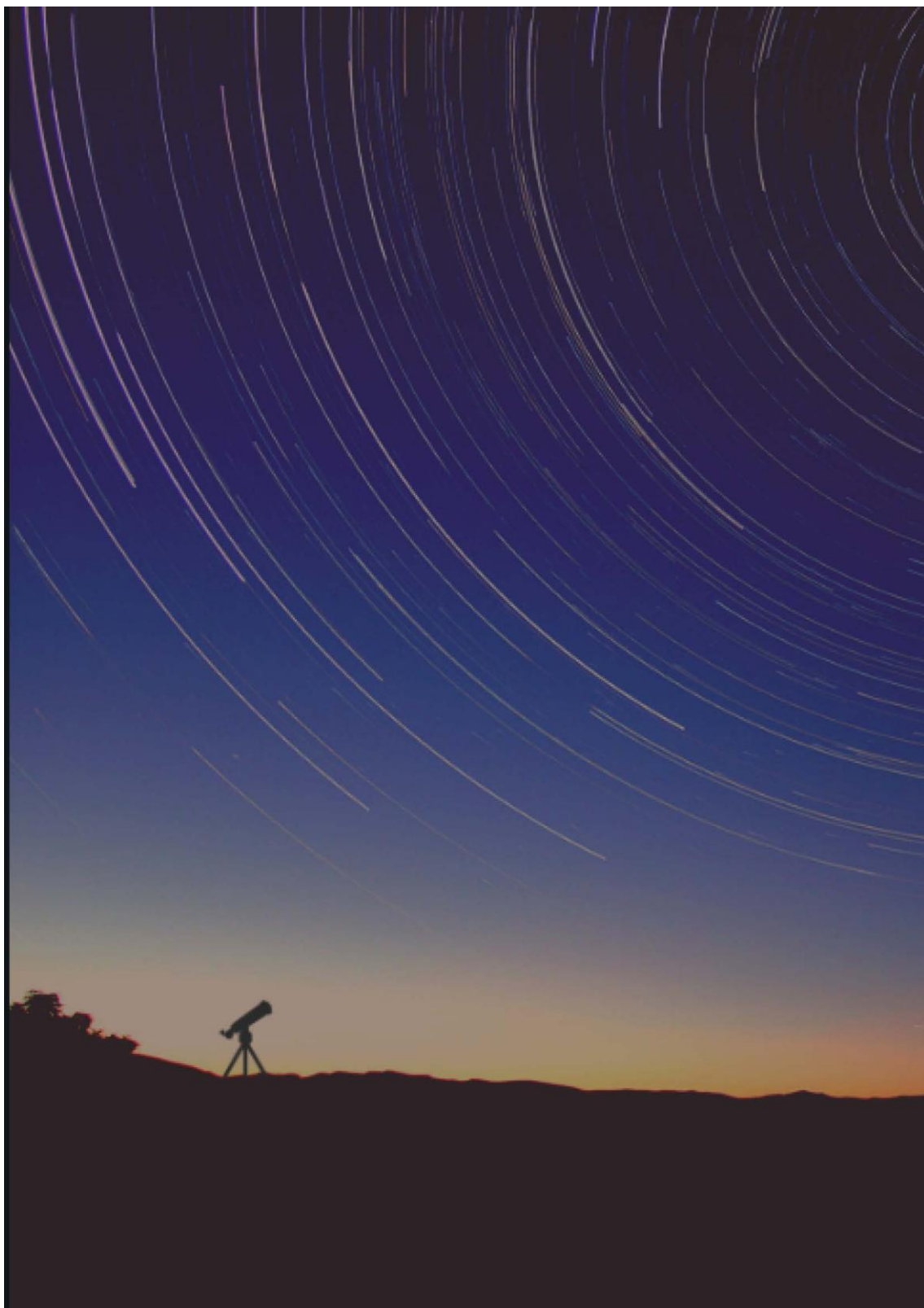
$$\vec{E}_1 = 40 \sin\left(180\pi t - Kr + \frac{\pi}{2}\right) \vec{i}$$

$$\vec{E}_2 = 20 \sin(180\pi t - Kr + \pi) \vec{i}$$

_____ (R9)

R1	R2	R3
R4	R5	R6
R7	R8	R9







CONCLUSIONES

En el cumplimiento de este trabajo de titulación se evidenció que el estudio de la Óptica es complejo debido a que es difícil interpretar sus fenómenos en una imagen ya que poseen mucha información y su espacio es reducido, por lo que se omiten muchos datos de estas. Por otra parte, la metodología utilizada frecuentemente para impartir estos temas no es la adecuada ya que los estudiantes no se involucran en el aprendizaje debido a que las clases se han vuelto rutinarias, sin embargo al emplear una enseñanza activa los estudiantes pueden alcanzar un aprendizaje significativo.

Para aplicar las encuestas no se pudo contactar a los estudiantes de la promoción 2018 porque no se contó con el tiempo suficiente, por lo que se decidió escoger a los estudiantes que recientemente cursaron esta asignatura debido a que aún se encontraban asistiendo a la universidad. Al momento de analizar las encuestas y las entrevistas ejecutadas se evidenció que no se alcanza un aprendizaje significativo en los estudiantes y adicional a esto, una falta de bases matemáticas para abordar ciertos temas de Óptica, ya que estos conocimientos son avanzados y no cuentan con los recursos suficientes para dar soporte a la teoría.

También se afirmó la importancia de incorporar material didáctico a las clases de Óptica, debido a que se buscan actividades novedosas para generar el interés en los estudiantes hacia la asignatura y de esta manera motivar a que los discentes les importen aprender los temas tratados en el aula de clase.

El desarrollo de una guía didáctica es fundamental debido a que el material en si puede no resultar lo suficientemente claro sin las pautas necesarias para aprovechar al máximo estos recursos. En este contexto, complementar el material didáctico con instrucciones adecuadas permite que los conceptos que se buscan explicar resulten más comprensibles, favoreciendo el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Elaborar una guía didáctica con un enfoque constructivista no es sencillo debido a que algunos temas son completamente teóricos y se debe buscar la manera de incorporar el material didáctico en las actividades de la clase, las cuales deben ser novedosas y diversas para no caer en la monotonía.



Al finalizar la elaboración de las clases se evidenció que no se puede desarrollar una clase únicamente con un método de enseñanza, en este caso el constructivismo, debido a que algunos temas son netamente teóricos lo cual dificulta encontrar actividades con las que sean los estudiantes quienes generen los conocimientos.



RECOMENDACIONES

Se recomienda que se sigan desarrollando materiales didácticos para completar la mayoría de temas que se imparten en la Óptica y que se los elabore con un material resistente como el hierro, esto debido a que serán manipulados por varias personas a lo largo del tiempo, para que se conserven de la mejor manera. Además se recomienda elaborar más de un material por tema de clase para que los estudiantes trabajen en grupos, de esta manera se reduciría el tiempo de utilización del material, permitiendo que todos los alumnos interactúen con este.

También se invita a realizar más investigaciones sobre la enseñanza de la óptica y de la física en general, además redactar artículos o libros sobre esto, debido a que no existe mucha información al respecto, por lo tanto esta nueva información ayudará a futuros proyectos que se realicen sobre estas asignaturas.

Para tener una mayor población al momento de realizar la encuesta, se aconseja ejecutarla en línea, de esta manera se puede enviar un correo masivo permitiendo a los usuarios responderla en cualquier momento sin acudir a un lugar en específico para su mayor comodidad.

Se puede complementar esta propuesta diseñando simuladores en línea sobre los temas como un refuerzo para impartir las clases.



REFERENCIAS

- Aguilar Feijoo, R. M. (2004). La guía didáctica, un material educativo para promover el aprendizaje autónomo. Evaluación y mejoramiento de su calidad en la modalidad abierta y a distancia de la UTPL.
- Araya, V., Alfaro, M., & Andonegui, M. (2007). Constructivismo: orígenes y perspectivas. *Laurus*, 13(24), 76-92.
- Aretio, L. G. (2009). La guía didáctica. *Boletín Electrónico de Noticias de Educación a Distancia BENED*.
- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. Fascículos de CEIF, 1, 1-10.
- AUSUBEL-NOVAK-HANESIAN (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. 2º Ed. TRILLAS México
- Ausubel, D. P., Novak, J. Y. H. H., & Hanesian, H. (1976). Significado y aprendizaje significativo. *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*, 53-106.
- Avecillas. A. (2008). *Óptica*. Ecuador. Cuenca.
- Ballesta Pagán, F. J. (1995). Función didáctica de los materiales curriculares. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 5, 29-46.
- Báez, M. D., & Hernández, S. (2002). El Uso de Material Concreto para la Enseñanza de la Matemática. *Taller de Matemáticas del Centro de Ciencia de Sinaloa*, 13, 2007.
- Barreto Tovar, C. H., Gutiérrez Amador, L. F., Pinilla Díaz, B. L., & Parra Moreno, C. (2006). Límites del constructivismo pedagógico. *Educación y educadores*, 9(1), 11-31.
- Benítez, Y., & Mora, C. (2010). Enseñanza tradicional vs aprendizaje activo para alumnos de ingeniería. *Revista Cubana de Física*, 27(2A), 175–179. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=74457238&lang=es&site=ehost-live>



- Cáliz, A. B. (2011). Metodologías activas y aprendizaje por descubrimiento. *Revista digital innovación y experiencias educativas*
- Calero, M. (2012). *Aprendizaje sin Límites. Constructivismo*. Cuarta reimpresión. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México.
- Carrera, B., & Mazzarella, C. (2001). Vygotsky: enfoque sociocultural. *Educere*, 5(13).
- Castiblanco, O., & Vizcaino, D. (2006). Pensamiento Crítico Y Reflexivo Desde La Enseñanza De La Física. *Revista Colombiana de Física*, 38(2), 674–677. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=36304428&lang=es&site=ehost-live>
- Eggen, P. D., Kauchak, D. P., Mehaudy, D., & Libedinsky, M. (1999). *Estrategias docentes: enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento*. Fondo de cultura económica.
- Gaite, M. J. M. (2012). Aproximación al concepto de escala en el primer ciclo de educación primaria. Presentación de un juego para su tratamiento desde la enseñanza activa. *Didáctica geográfica*, (13), 93-112.
- García Martín, A., Briones Peñalver, A. J., Busquier Sáez, S., García Cascales, M. S., Gómez, M., Mulas Pérez, J.,... & Serrano Martínez, J. L. (2010). *Manual de elaboración de guías docentes adaptadas al EEES: Cartagena 2010*.
- García Hernández, I., & de la Cruz Blanco, G. D. (2014). Las guías didácticas: recursos necesarios para el aprendizaje autónomo. *Edumecentro*, 6(3), 162-175.
- González, J. F., & Elortegui, N. (1996). Qué piensan los profesores de cómo se debe enseñar. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 14(3), 331-342.
- González-Tejero, J. M. S., & Parra, R. M. P. (2011). El Constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13(1), 1–27. Retrieved from



<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=65790871&lang=es&site=ehost-live>

López, N., & Sandoval, I. (2016). Métodos y técnicas de investigación cuantitativa y cualitativa.

López Pérez, R. (2010). Para una conceptualización del constructivismo.

Montessori, M. (2013). Método Montessori. Jogjakarta: Pustaka Pelajar.

Moreira, M. A. (1997). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. Actas del encuentro internacional sobre el aprendizaje significativo, 19, 44.

Moreira, M. A. (2014). Enseñanza de la física: aprendizaje significativo, aprendizaje mecánico y criticidad. Revista de Enseñanza de la Física, 26(1), 45-52.

Navarro, L. P. (2006). Aprendizaje activo en el aula universitaria: el caso del aprendizaje basado en problemas. Miscelánea Comillas. Revista de Ciencias Humanas y Sociales, 64(124), 173-196.

Ogalde Careaga, I., & Bardavid Nissim, E. (1991). Los materiales didácticos: medios y recursos de apoyo a la docencia.

Payer, M. (2005). Teoría del constructivismo social de Lev Vygotsky en comparación con la teoría Jean Piaget. México, Programa Globalización, Conocimiento y Desarrollo de la UNAM.

Porlán, R. (1995). Constructivismo y escuela. Genérico.

Rodríguez Palmero, M. L. (2004). Teoría del aprendizaje significativo.

Schwartz, S., & Pollishuke, M. (1995). Aprendizaje activo: una organización de la clase centrada en el alumnado (Vol. 134). Narcea Ediciones.

Viera Torres, T. (2003). El aprendizaje verbal significativo de Ausubel. Algunas consideraciones desde el enfoque histórico cultural. Universidades, (26), 37-43.



ANEXOS.

ENCUESTA

Universidad de Cuenca
Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación
Carrera de Matemáticas y Física
Encuesta

Fecha:

Ciclo:

La presente encuesta es totalmente confidencial, se la realiza con el fin de obtener información para nuestro trabajo de titulación; de la veracidad de su respuesta depende el éxito de nuestra investigación. Lea cuidadosamente las preguntas y marque con una X la/las opciones que usted considere conveniente/s.

1. ¿Cuánto conoce acerca de la Óptica?

Nada	Poco	Regular	Mucho	Bastante

2. ¿Considera que los conocimientos matemáticos que posee son suficientes para el estudio de la Óptica?

Totalmente de acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

3. ¿Qué metodología de enseñanza considera que es la adecuada para las clases de Óptica?

- ___ Tradicionalismo
- ___ Conductismo
- ___ Constructivismo



___Otros: _____

4. ¿Considera que con el aprendizaje activo (aprender haciendo) el estudiante realmente alcanza un aprendizaje significativo?

Totalmente de acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

5. Señale el nivel de dificultad que presenta en la comprensión de las imágenes de los fenómenos que se encuentran en el libro; siendo 1 muy fácil y 5 muy difícil.

1	2	3	4	5

6. ¿Considera que el tamaño de las ilustraciones en los libros es el adecuado?

Totalmente de acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

7. ¿Ha utilizado material didáctico?

___SÍ ___NO

8. ¿En qué medida está de acuerdo en que el uso de material didáctico favorece al aprendizaje significativo?



Totalmente de acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

9. Los materiales didácticos ¿permiten visualizar de mejor manera los fenómenos descritos en los textos?

Totalmente de acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

10. ¿Está usted de acuerdo con la incorporación de material didáctico para la enseñanza de la Óptica en el laboratorio de física de la carrera de Matemáticas y Física?

Totalmente de acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

11. ¿Considera que una guía didáctica favorece el proceso de enseñanza-aprendizaje?

Totalmente de acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Parcialmente en desacuerdo	Totalmente en desacuerdo



ENTREVISTA

Universidad de Cuenca

Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación

Carrera de Matemáticas y Física

Entrevista

1. ¿Considera que los conocimientos matemáticos que poseen los estudiantes son suficientes para el estudio de la Óptica? y ¿Por qué?
2. ¿Qué metodología de enseñanza considera que es la adecuada para las clases de Óptica? y ¿Por qué?
3. ¿Con qué dificultades se ha encontrado al momento de dar clases de Óptica?
4. Con respecto a las ilustraciones de los libros de estudio, los fenómenos que en ellas se representan, ¿qué tan difícil es para los estudiantes interpretarlos? y ¿Por qué?
5. ¿Considera que los estudiantes alcanzan un buen aprendizaje en esta asignatura? ¿Por qué?
6. De encontrarse aplicando métodos experimentales de enseñanza, ¿considera que de esta manera el estudiante realmente alcanza un mejor aprendizaje?
7. ¿Considera que la incorporación de material didáctico favorece al aprendizaje de esta asignatura?
8. ¿Cree que el material didáctico con su respectiva guía para su uso, favorezcan el proceso de enseñanza-aprendizaje en esta asignatura?



30/9/2019 Correo de Universidad de Cuenca - RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO DE FECHA 4 DE ENERO DE 2019, SOBRE SOLICITUD...

DELGADO Y PAOLA SERRANO LOJA	BASICA	TITULACIÓN	VULNERACIÓN DE LOS DERECHOS DE NIÑOS Y NIÑAS	(profesora de la carrera)	de su plan de estudios
MARIA SIMONA LOJA GUAMAN Y VERONICA JANNETH RIVERA JUCA	EDUCACIÓN GENERAL BASICA	TRABAJO DE TITULACIÓN	LA IMPORTANCIA DE LA RETROALIMENTACIÓN COMO PARTE DE LA EVALUACIÓN FORMATIVA EN EL PROCESO EDUCATIVO	Mag. Freddy Cabrera	Hasta la terminación de su plan de estudios
NATALIA DOMENICA GARCIA GARCIA	EDUCACIÓN GENERAL BASICA	TRABAJO DE TITULACIÓN	RELACION FAMILIA-ESCUELA Y FORMACIÓN INTEGRAL DE NIÑOS/AS	Mag. Mónica Cordero	Hasta la terminación de su plan de estudios
JORGE RUILOVA DELEG	EDUCACIÓN GENERAL BASICA	TRABAJO DE TITULACION	LAS PRÁCTICAS PRE PROFESIONALES EN LA FORMACIÓN INICIAL DOCENTE DE EGB, EL ROL DEL MAESTRO TUTOR	Mag. Juana Dávalos	Hasta la terminación de su plan de estudios
VERONICA ALEXANDRA CHUNGATA CAJAMARCA Y LEIDI DEL ROCIO AVILA ALULIMA	EDUCACIÓN GENERAL BASICA	TRABAJO DE TITULACION	EL JUEGO COMO HERRAMIENTA DIDACTICA PARA LA PRÁCTICA DE VALORES EN EGB	Mag. Anita Ochoa	Hasta la terminación de su plan de estudios
MAYRA JACQUELINE LEÓN VELEZ y JOSE GEOVANNY RUBIO GUTAMA	MATEMÁTICAS Y FÍSICA	TRABAJO DE TITULACION	CUADERNO DE TRABAJO CON ACTIVIDADES LUDICAS PARA REFORZAR EL APRENDIZAJE DE LA CINEMÁTICA LINEAL EN EL PRIMER AÑO DE BGU	Mag. Sonia Guzhñay	Hasta la terminación de su plan de estudios
MARITZA ALEXANDRA LOPEZ ALVARADO Y KARLA YOMIRA MONCAYO CHOGLLO	MATEMÁTICAS Y FÍSICA	TRABAJO DE TITULACION	MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE TOPICOS DE OPTICA	Dr. Santiago AVECILLAS	Hasta la terminación de su plan de estudios
RICARDO TOMAS AUCAPIÑA QUINTUÑA y TANNYA MARIBEL SACTA BURI	MATEMÁTICAS Y FÍSICA	TRABAJO DE TITULACION	GUÍA DIDÁCTICA PARA MEJORAR LA ENSEÑANZA DE LA INTEGRACIÓN MULTIPLE APLICADA AL CÁLCULO DE ÁREA Y VOLÚMEN DE SÓLIDOS CON APOYO DE RECURSOS EDUCATIVOS	Mag. Xavier González	Hasta la terminación de su plan de estudios

<https://mail.google.com/mail/u/0?ik=8cf7807f0a&view=pt&search=all&permthid=thread-f%3A1622020758426230013&siml=msg-f%3A162202075842...> 2/8

UNIVERSIDAD DE CUENCA					
FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN					
CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA					
MATRIZ DE VALIDACIÓN DE EQUIPO CONCRETO					
DISEÑADO Y CREADO PARA MATEMÁTICAS Y FÍSICA					
CON MOTIVO DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN					
TÍTULO: "MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA DE TÓPICOS DE ÓPTICA"					
AUTORES: Maritza Alexandra López Alvarado y Karla Yomira Moncayo Chogllo					
DENOMINACIÓN DEL MATERIAL	P A R Á M E T R O	VALORACIÓN			
		1	2	3	4
Parámetros relacionados con el producto real e imaginario.	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				X
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				X
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				X
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				X
Superposición de funciones armónicas.	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				X
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				X
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				X
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				X
Transformada de la función pulso.	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				X
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				X
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				X
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				X
Convulsión: Funciones $g(x)$ y $g(-x)$	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				X
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				X
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				X
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				X
Onda tridimensional plana.	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				X
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				X
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				X
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				X
Corrimiento de un rayo de luz.	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				X
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				X
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				X
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				X
Espejo esférico	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				X
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				X
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				X
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				X
Formación de imágenes en interfoges esféricas	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				X
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				X
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				X
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				X



Sistemas de lentes delgadas.	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				X
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				X
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				X
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				X
Lentes gruesas.	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				X
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				X
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				X
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				X
Sistemas de lentes gruesas.	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				X
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				X
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				X
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				X
Anteojos de Galileo	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				X
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				X
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				X
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				X
Diagrama de Fasores.	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				X
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				X
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				X
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				X
	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				
	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				
	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				
	CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CONSTRUCCIÓN				
	CONVENIENCIA DE LOS MATERIALES				
	ACABADOS Y PRESENTACIÓN				
	PERTINENCIA DIDÁCTICA RESPECTO AL TEMA				

En consecuencia, el juego de materiales que ha sido revisado Si es validado.
Cuenca, 20 de septiembre de 2019

[Firma]

[Firma]
Rojas

[Firma]

LOS EVALUADORES