



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR**

**USO DEL ENFOQUE CTS PARA LA
ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN EL ÁREA DE
LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA
SALUD**

T E S I S

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR, FÍSICA.**

P R E S E N T A

ANA FLORES FLORES

**Tutora: María de los Ángeles Ortiz Flores
FACULTAD DE CIENCIAS**

México Noviembre 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A Hugo

con todo mi amor

Agradecimientos

A mi mamá, por su amor

A mis hermanos, por su apoyo y cariño

A Lourdes y Alberto, que han hecho tanto

A Hugo, por cada día

A mis amigas y amigos, por ser parte de mi vida

A Juliana y Adriana, por la complicidad

A Diana y Evelyn, por las interminables pláticas

A Juan Carlos, Katia y Leticia, por todos esos años

A Guillermo, por su amistad

A Rafael, por coincidir

A mis maestros, por permitirme aprender de ellos

A la UNAM

A mis compañeros de la Prepa 4

A mis sinodales, por su tiempo y comentarios

Agradezco todo el apoyo y paciencia de mi directora de tesis

Dra. Ma. De los Ángeles Ortiz Flores

A Dios

Resumen

La materia de Física IV (Área 2) que se imparte en la Escuela Nacional Preparatoria tiene carácter propedéutico y está dirigida a quienes quieren estudiar carreras como medicina, química, biología, odontología, psicología, etc., pertenecientes al área de Ciencias Biológicas y de la Salud. Para algunos alumnos ésta será la última materia de física que cursen en su vida académica, aunque independientemente de esto, la mayoría consideran que la Física no es realmente relevante para su futuro desempeño profesional, por lo que existe poco interés en su estudio, principalmente debido a la falta de contextualización de los contenidos. La física es considerada en general como una materia difícil y en algunos casos hasta inútil.

La enseñanza tradicional de la física a nivel bachillerato, basada en la memorización y resolución mecánica de problemas ha contribuido a esta visión de la Física fragmentada y alejada de la realidad, al no considerar los intereses de los estudiantes y de la sociedad.

Nosotros proponemos abordar algunos conceptos físicos a partir del análisis de diversas tecnologías con las cuales los estudiantes puedan tener una mayor identificación, con el fin no sólo de motivarlos, sino también para evidenciar su conexión con el mundo real, al mostrar el papel de la Física en el desarrollo tecnológico y como éste impacta nuestra vida en todo sentido.

Este trabajo se enmarca dentro de la corriente constructivista, bajo un enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) y con él se pretende que los alumnos:

- Puedan explicar el funcionamiento de diversas tecnologías a través de sus fundamentos físicos.
- Desarrollen una capacidad crítica que les permita evaluar las consecuencias de las aplicaciones tecnológicas.
- Se familiaricen con el trabajo científico y reflexionen sobre la naturaleza de la ciencia.
- Tengan actitudes positivas hacia la ciencia

Abstract

Students that pursue to study careers belonging to the area of Biological Sciences and Health; as medicine, chemistry, biology, dentistry, psychology, etc. must take a propaedeutic physics course in their last high school year at “Escuela Nacional Preparatoria” in México City. For many of them this may be the last physics course in their academic life. They believe that physics is not really relevant to their future career and least to their professional life, so there is little interest in their study, primarily because a lack of contextualization of content. Physics is generally considered a difficult subject and in some cases useless, mostly for the way in which it is usually taught, demanding the memorization of formulas and the solving of mechanical problems to the students without any significance to them and their lives. We intend to address some physical concepts from the analysis of various technological applications, in which students may be interested because they can be related with their future careers. This will be done not only to motivate students, but also to highlight the connection of the subject to the real world, by showing the role of physics in the technological development and how it impacts our life in every way. This work is within the constructivist theory, under the focus of Science, Technology and Society (STS). It is intended that student:

Be able to explain through the physical bases, the operation of various technological applications.

Develop a critical capability that enables them to assess the impact of technological applications, for example the risk of using X rays without protection.

Be familiar with the scientific work and ponder the nature of science.

Cultivate positive attitudes toward science.

In this paper we present a teaching sequence on the subject of optics to illustrate the proposed approach.

Key words: Physics in biological science, STS, observe-absorb-retain-apply

Índice

Introducción	1
Capítulo I	
Problematización	
1.1 Introducción	7
1.2 Justificación	8
1.3 Planteamiento del problema	10
Capítulo II	
Marco Teórico	
2.1 Introducción	14
2.2 Alfabetización Científica	16
2.3 Educación CTS	19
2.4 Unidades Didácticas	24
I. Análisis Científico	26
II. Análisis Didáctico	29

III. Selección de Objetivos	31
IV. Selección de Estrategias Didácticas	31
V. Selección de Estrategias de Evaluación	33
2.5 Metodología	34
Capítulo III	
Propuesta Didáctica	
3.1 Introducción	38
3.2 Panorama General	39
3.3 Unidad Didáctica	40
I. Análisis Científico	41
II. Análisis Didáctico	45
III. Selección de Objetivos	49
IV. Selección de Estrategias Didácticas	51
a) Programa Guía (Plan de Clase)	52
b) Materiales de Aprendizaje	64
V. Selección de Estrategias de Evaluación	87
Capítulo IV	
Resultados y Conclusiones	
4.1 Introducción	95
4.2 Contexto	96
4.3 Resultados Generales	98
4.4 Conocimientos y Procedimientos	98

4.5 Actitudes	122
4.6 Conclusiones	123
4.7 Propuestas	124
Anexo I	
Resultados del examen de actitudes	126
Bibliografía	131

Introducción

La mayor parte de los profesores que impartimos cátedra en el bachillerato universitario provenimos de carreras ajenas a la pedagogía. Iniciamos nuestra labor docente sin tener una idea clara de cómo dar clases, y al imitar el ejemplo de nuestros maestros, mantenemos el mismo modelo de enseñanza con el que nos educaron.

Casi de inmediato nos damos cuenta de que enseñar no es una tarea sencilla, que no basta con dominar los conceptos y explicarlos para que los estudiantes los aprehendan, que el hecho de que los alumnos sigan una instrucción no garantiza que entiendan y que a veces, las actividades que funcionan con un grupo, no marchan de la misma manera con otro.

Esto hace que surjan preguntas fundamentales como: ¿qué significa aprender? ¿de qué formas se puede evaluar el conocimiento? ¿qué capacidades se quieren desarrollar en los estudiantes? y ¿qué se debe hacer para lograrlo? El tratar de responder estas cuestiones, lleva a una búsqueda constante de recursos

y estrategias para conseguir mejores resultados en el proceso de enseñanza – aprendizaje.

Las experiencias docentes de otros profesores ayudan a enriquecer la propia, sin embargo la carencia de un bagaje teórico puede limitar los puntos de vista y estancar la práctica docente.

Como respuesta a estas necesidades, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), creó la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS), cuyo objetivo es: “Formar sólida y rigurosamente, con un carácter Innovador, multidisciplinario y flexible, profesionales de la educación, a nivel de Maestría, para un ejercicio docente adecuado a las necesidades de la Educación Media Superior”

La Maestría tiene un carácter profesionalizante dirigido a enriquecer y potenciar el trabajo de los profesores en el salón de clases, que redunde en beneficio de los estudiantes. Para ello se pueden desarrollar propuestas pedagógicas adecuadas para el bachillerato y acordes a los contextos de trabajo en los que se realiza la labor docente; ya que el estudio de cada materia enfrenta problemáticas específicas, así como las condiciones en que se desenvuelven los actores educativos en cada uno de los subsistemas del bachillerato.

La asignatura de Física, en la Escuela Nacional Preparatoria es obligatoria para todos los estudiantes en el primer año (Física III) y en el tercer año (Física IV) únicamente la estudian los alumnos del área 1 (Físico – Matemáticas e Ingenierías) y del área 2 (Ciencias Biológicas y de la Salud).

El programa de Física IV es distinto en cada área, así como sus objetivos. Esto es fundamental tomarlo en cuenta al momento de dar clases, puesto que tanto los intereses, como el contexto en el cual aplicarán sus conocimientos los estudiantes, son diferentes y, aunque la física sea la misma, su tratamiento debe estar dirigido al cumplimiento de los propósitos establecidos en el programa.

Particularmente, en el área 2 se busca que los alumnos puedan aplicar la física en el análisis de fenómenos relacionados con los campos de la biología y la química, de aquí la importancia de contextualizar el estudio de la materia y sus aplicaciones hacia ámbitos más afines a los estudiantes.

Bajo estas consideraciones se ha desarrollado la tesis:

“Uso del enfoque CTS para la enseñanza de la Física en el área de las Ciencias Biológicas y de la Salud”

En la cual se elaboró una unidad didáctica para el tema de óptica, correspondiente al plan de estudios de la ENP, y que tiene como objetivo utilizar algunos desarrollos tecnológicos relevantes para los estudiantes del área 2 (endoscopios, microscopios, hornos solares, etc.) como marco para la enseñanza de los conceptos físicos.

La tesis consta de cuatro capítulos además de esta introducción que a continuación se resumen brevemente.

Capítulo 1

Problematización

Para muchos estudiantes el estudio de la física resulta árido porque no encuentran conexiones con su mundo y su cotidianidad. Saben que la física está presente en su entorno, pero no le dan importancia a su estudio porque no logran establecer ese puente entre los conceptos físicos y su aplicación en la vida diaria; conciben a la física únicamente como una colección de fórmulas, cuyo propósito se reduce a encontrar el valor de una variable desconocida a través de alguna manipulación matemática.

Esta falta de sentido lleva al alumno a asumir una actitud desfavorable hacia su aprendizaje, la cual suele permanecer a lo largo de su vida y se ve reflejada en el poco interés de nuestra sociedad por las cuestiones científicas y su actitud pasiva ante los retos que entrañan los cambios producidos por las aplicaciones científicas y tecnológicas.

Por ello se plantea que una forma de hacer relevante el estudio de la física en el área de ciencias biológicas y de la salud, es por medio del análisis de diferentes desarrollos tecnológicos que se utilicen en las profesiones a las que aspiran los estudiantes.

Capítulo 2

Marco Teórico

El emplear los desarrollos tecnológicos como eje para la enseñanza de la física se enmarca dentro de la corriente CTS, de acuerdo con la cual, el aprendizaje de las ciencias no puede estar desvinculado ni de las aplicaciones tecnológicas ni de sus repercusiones sociales, con miras a la construcción de una ciudadanía informada y responsable.

La ciencia, lejos de ser “neutral y objetiva” está sujeta a múltiples condicionamientos sociopolíticos, por lo que es importante contar con un bagaje científico para poder analizar las implicaciones del uso de los desarrollos tecnológicos.

En el caso de los estudiantes que aspiran a carreras como medicina, biología, psicología, química, etc. es importante que sepan como funcionan algunas tecnologías que posiblemente utilicen en su práctica profesional, para que puedan ponderar los factores físicos vinculados a su uso y tomen decisiones de manera responsable.

Para la construcción de la unidad didáctica se tomó como base el modelo de planificación de Sánchez Blanco *et al* (1993) que consta de cinco tareas interdependientes: I Análisis Científico, II Análisis Didáctico, III Selección de Objetivos, IV Selección de Estrategias Didácticas y V Selección de Estrategias de Evaluación.

Capítulo 3

Propuesta Didáctica

La propuesta se inscribe en la perspectiva constructivista y CTS. Con ella se busca que el estudiante desarrolle algunas capacidades propias de la investigación científica como el formularse preguntas, plantear hipótesis, identificar variables, planificar pequeñas investigaciones, realizar observaciones, etc., a partir

del análisis de diversas tecnologías y sin perder de vista el impacto social que dichas tecnologías han tenido o pudieran tener.

En la unidad se proponen estrategias didácticas tanto de enseñanza-aprendizaje, como de evaluación y sugerencias de material en línea que se puede aprovechar.

Los principales conceptos físicos que se abordan en la propuesta son reflexión y refracción de la luz.

Capítulo 4

Resultados y Conclusiones

La unidad didáctica se probó en tres ocasiones y con diferentes grupos de la Escuela Nacional Preparatoria No. 4.

Las observaciones hechas y la información recabada a lo largo de la unidad consistente en ejercicios, trabajos, prototipos, exámenes, etc., muestran que los alumnos:

- Pueden aplicar los conceptos de reflexión y refracción de la luz en diferentes situaciones (para resolver problemas y en la construcción de prototipos).
- Mejoran en habilidades propias de la investigación científica como: planteamiento de preguntas, elaboración de hipótesis, diseño de experimentos y comunicación de resultados.
- Aprenden a utilizar pruebas físicas (leyes, diagramas de rayos, etc.) para fundamentar sus argumentaciones.
- Tienen una disposición más favorable al aprendizaje de la física.
- Comprenden el funcionamiento de diversas tecnologías, lo que se manifiesta en la construcción de distintos aparatos.

- Adquieren una mayor disposición al trabajo en equipo.

La Unidad Didáctica desarrollada utiliza la tecnología como elemento facilitador y motivador del aprendizaje, útil para contextualizar los conceptos físicos y sus implicaciones sociales, pero no basta si la forma de enseñar no se modifica. El profesor debe trasladar el protagonismo a sus estudiantes, para que éstos construyan su conocimiento y vayan adquiriendo autonomía.

La valoración de la ciencia como construcción social no es automática, se requiere de herramientas que permitan acceder a su lenguaje, así como una reflexión constante sobre las implicaciones (éticas, ambientales, sociales, etc.) de sus aplicaciones.

Capítulo I

Problematización

1.1 Introducción

Los estudiantes que quieren cursar carreras como Medicina, Psicología o Biología, consideran que la física es una materia difícil e innecesaria para sus estudios posteriores, lo cual les lleva a asumir una actitud negativa hacia la materia. Esto es en muchos casos motivado por la manera en que los profesores nos aproximamos al conocimiento científico, centrándonos en la utilización de fórmulas y en la realización de cálculos que carecen de sentido para los alumnos.

El papel de las actitudes en el aprendizaje de la física es muy importante pues determina de muchas formas el grado de compromiso del estudiante con la materia, por ello es indispensable buscar nuevos enfoques de enseñanza que puedan servir para mejorar la disposición de nuestros alumnos.

1.2 Justificación

Desde hace ya algún tiempo se ha manifestado una falta de interés de los estudiantes hacia la ciencia, así como una imagen negativa de la misma y del papel que tiene en la sociedad (Solbes *et al*, 2001) en particular hay evidencias de que las actitudes hacia las ciencias físicas son mucho más negativas que hacia las ciencias biológicas (Bennett *et al*, 2006).

Aún cuando se reconoce la importancia de la física como promotora de muchas de las transformaciones que ha sufrido la humanidad a lo largo de su historia, no se le considera parte de la cultura y se la identifica más con su lenguaje y con algunos de los instrumentos que se utilizan para su aprendizaje que con sus aplicaciones o con la creación de modelos que ayudan a describir e interpretar a la naturaleza (Gutiérrez *et al*, 2001).

En la actualidad existe preocupación en diversos países debido al creciente rechazo de los estudiantes por elegir cursos de física (Trumper, 2006; Fernández-González, 2008) y México no es ajeno a este problema; de acuerdo con Márquez y Tirado (2009), en un análisis llevado cabo con estudiantes de la Ciudad de México, la Física es una de las cinco profesiones que menos les gustaría estudiar a los alumnos de bachillerato.

Cabe destacar que según algunos estudios (Trumper, 2006), el rechazo a la física aparece en la secundaria cuando se inicia su aprendizaje formal y aumenta conforme se llevan más cursos de la materia, lo que se puede interpretar como consecuencia de los métodos de enseñanza empleados y de la imagen de la ciencia que se trasmite.

En palabras de Acevedo (2003):

“Las actitudes hacia la ciencia y la tecnología se afianzan desde los primeros años de la escolarización, configurando en gran parte el futuro desarrollo de la alfabetización científica y tecnológica de una persona adulta. Por tal motivo habría de plantearse también qué hábitos deben generarse en la escuela para propiciar una formación permanente de los ciudadanos”

La enseñanza tradicional de la física privilegia el papel del profesor sobre el del estudiante, que es considerado como un recipiente vacío en el que puede ser “vertido” el conocimiento del maestro, lo que da lugar a clases totalmente expositivas, centradas en conceptos abstractos, manipulaciones algorítmicas y sin contexto, que llevan al desinterés del alumno y proporcionan una imagen desvirtuada de la ciencia, como un conjunto de conocimientos cerrados, acabados, objetivos, verdaderos y perfectamente estructurados (Fernández, J. *et al*, 2001).

El trabajo práctico como se concibe tradicionalmente, tampoco ayuda a despertar el interés de los alumnos puesto que parte de la idea de que el alumno puede apropiarse del conocimiento científico a partir de comprobaciones experimentales, lo que da lugar a prácticas de laboratorio similares a recetas de cocina, con instrucciones precisas que el alumno debe seguir paso a paso, que no representan ningún reto y que mantienen la imagen de una ciencia irrelevante, aburrida e inútil.

Las asignaturas de ciencias en el bachillerato representan en muchos casos la última oportunidad para mostrar que la ciencia y tecnología son construcciones sociales accesibles e importantes para todos los miembros de la sociedad y no únicamente para los futuros científicos. En particular, la física ha sentado las bases de múltiples desarrollos tecnológicos que usamos cotidianamente “Hoy más que nunca, los conceptos, el lenguaje y las metodologías propios de la física son fundamentales para la comprensión del mundo y deben formar parte de la cultura general de todo ciudadano” (UNAM, 2008).

Es preciso entonces reflexionar no sólo sobre las estrategias didácticas, sino también sobre las finalidades de la educación científica, para que la física que enseñemos se vuelva atractiva en la medida en que se acerque a las demandas y necesidades de los estudiantes en el mundo contemporáneo. Los análisis indican que: “alumnos con muchos años de ciencias en su currículo, de todos los países y en cualquier área científica, mantienen ideas ingenuas y errores conceptuales importantes sobre aspectos básicos de la ciencia, que no se modifican después de años dedicados a su estudio” (Acevedo *et al*, 2002)

1.3 Planteamiento del problema

En la Escuela Nacional Preparatoria la Física se estudia como materia obligatoria y común en el primer año de bachillerato (Física III) y en el tercer año (Física IV), únicamente para aquellos estudiantes que cursan el Área 1 (Ciencias Físico-Matemáticas y de las Ingenierías) o el Área 2 (Ciencias Biológicas y de la Salud).

La materia de Física IV (Área 2) que se imparte en la ENP tiene carácter propedéutico y está dirigida a quienes quieren estudiar carreras como medicina, química, biología, odontología, psicología, etc. por lo que para algunos alumnos ésta será la última materia de física que cursen en su vida académica.

El plan de estudios de esta asignatura es bastante ambicioso y consta de cinco unidades que abarcan prácticamente toda la Física Clásica

Primera Unidad: Fluidos

Segunda Unidad: Calor y Temperatura

Tercera Unidad: Óptica y Acústica

Cuarta Unidad: Electricidad

Quinta Unidad: Cinemática y Dinámica

Muchas de las críticas que se hacen a la enseñanza de la física en esta área, son que la asignatura se centra en aspectos teóricos y técnicos, sin referencia al contexto de pensamiento o de acción en el que este conocimiento va a ser empleado, lo que origina que la mayoría de los alumnos consideren que la física no es realmente relevante para su futuro desempeño profesional, por lo que existe poco interés en su estudio, y aunque en los propósitos generales del curso se enfatiza la necesidad de vincular la física con la química y la biología, la realidad es que en la práctica esto se hace (en el mejor de los casos) de manera aislada y sin preocuparse por el contexto social del conocimiento. Además, la sobrecarga de contenidos fomenta las exposiciones magistrales, la memorización de fórmulas y la realización de cálculos numéricos que carecen de sentido para los alumnos.

En el laboratorio persiste una situación similar, ya que en las prácticas tradicionales el papel del alumno se reduce a seguir mecánicamente un procedimiento especificado de antemano, sin tener la oportunidad de variar dicho procedimiento o formular hipótesis alternativas, además hay evidencia de que el experimento por sí sólo, sin más apoyos contextuales y sin que se le de continuidad con una secuencia de actividades dirigidas a comprender los conceptos provenientes de los datos empíricos, posee poco o nulo valor didáctico (Marín, 1997).

En general los problemas que se realizan, tanto prácticos como teóricos, están descontextualizados del entorno del estudiante quien no encuentra un sentido para estudiarlos. A la física se le percibe como una materia abstracta y puramente formal, reservada para unos cuantos y centrada en tratamientos operativos y no significativos (Gil *et al.*, 1991), lo cual se ve reflejado en una pregunta que se ha vuelto recurrente en los cursos: ¿Y esto para qué me sirve?

De acuerdo con varios autores (Bennett, 2006; Trumper 2006; Fernández 2008) la falta de contexto de los contenidos es uno de los factores importantes que derivan en una actitud negativa hacia la ciencia.

La disposición desfavorable de los estudiantes del Área 2 hacia la física se debe entonces no sólo a las dificultades conceptuales de la misma (trabajo con entes abstractos, matematización de los conceptos, etc.) sino a que en las clases no se toman en cuenta sus intereses y existe poca o nula vinculación con su vida cotidiana.

En relación con lo anterior hay una necesidad real de situar el conocimiento en ámbitos que sean relevantes para los alumnos del Área 2 por lo que se propone abordar los conceptos físicos a partir del análisis de diversas tecnologías con las cuales los estudiantes puedan tener una mayor identificación (endoscopios, hornos solares, microscopios, etc.); con el fin no sólo de motivarlos, sino también para evidenciar su conexión con el mundo real, al mostrar el papel de la física en el desarrollo tecnológico y como éste impacta nuestra vida en todo sentido.

La tecnología está presente en todos los ámbitos de nuestra vida y los estudiantes de Ciencias Biológicas y de la Salud deberían conocer los principios básicos de algunos aparatos con los que seguramente interactuarán en su vida profesional. Adicionalmente es importante que sepan que la ciencia como todo quehacer humano tiene un efecto social y que deben ser conscientes de ello para poder tomar decisiones responsablemente.

El uso de la tecnología como elemento central de la propuesta se sustenta en el enfoque educativo CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad), en el que se habla de la necesidad de hacer patente en la enseñanza de la física el aspecto social que tiene la ciencia. En este sentido, la tecnología también sirve para hacer esa conexión, por todas las implicaciones (éticas, económicas, ambientales, etc.) que pueden derivarse de un desarrollo tecnológico. Además el enfoque educativo CTS ha mostrado mejoras en las actitudes (Bennett, 2006), por las siguientes razones (Solbes, 2009):

- Presentar una imagen más contextualizada y, por tanto, menos deformada de la ciencia,
- Desarrollar actitudes positivas y críticas hacia la ciencia, intentando superar el desinterés y el rechazo,
- Mejorar el aprendizaje, dado que éste “estará limitado si la persona no ve conexiones relevantes entre esa actividad y sus intereses personales”

En esta visión subyace la idea de que la ciencia es un elemento importante de la cultura contemporánea, ante la cual los alumnos deben formarse una opinión fundamentada, desmitificando con ello la idea de una ciencia “neutral” alejada de los intereses y problemáticas del mundo “exterior”. Hay también una revaloración del conocimiento práctico, representado por la tecnología, que pasa de ser una “simple” aplicación de la teoría, a verdadero motor del conocimiento científico.

En el enfoque CTS no hay una ruptura con la enseñanza de los conceptos científicos, más bien se busca que éstos se vuelvan más significativos al usarlos como fundamento en la identificación y resolución de problemas dentro de contextos reales; pero además se plantea que el alumno adquiera valores y actitudes relacionados con su entorno social.

Bajo estas consideraciones se ha desarrollado una propuesta con base en el enfoque educativo CTS para la Tercera Unidad (Óptica y Acústica) del programa de la asignatura de Física IV (Área 2) de la Escuela Nacional Preparatoria.

En esta propuesta hay un cambio en la metodología que usualmente se utiliza en las clases de física, ya que en lugar de partir de principios y leyes para llegar a una aplicación, se sigue el camino inverso, se parte de un desarrollo tecnológico y a través de él se seleccionan los contenidos teóricos indispensables para su estudio.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1 Introducción

Vivimos en un mundo en el que el vertiginoso avance de la tecnología nos abruma. Cada día nos sorprendemos con nuevos aparatos telefónicos, mini computadoras, reproductores de música, agendas electrónicas, cámaras digitales, etc. El alcance de la tecnología es tal, que impacta todos los ámbitos de nuestra vida: familiar, social, escolar, laboral y de entretenimiento. Hoy no podríamos imaginar nuestro quehacer diario sin la tecnología que nos rodea.

El crecimiento tecnológico está estrechamente ligado al desarrollo científico y marcha a la par del mismo. A nivel mundial, los países más desarrollados tecnológicamente son también los que dedican una mayor inversión a las ciencias básicas. Un país sin cultura científica está destinado a la dependencia tecnológica.

La cultura científica va más allá de las enseñanzas adquiridas en el aula, puesto que forma parte del entramado de creencias, valores, hábitos, pensamientos e ideas, compartidas socialmente que permite conocer, interpretar y transformar lo que ocurre en el mundo. De acuerdo con Secyt (en Márquez y Tirado, 2009) la cultura científica es: “el conjunto de aspectos simbólicos, valorativos, cognitivos y actitudinales de los miembros de la sociedad sobre la función de la ciencia y la tecnología, la importancia y beneficio de su actividad [...] y el manejo de contenidos básicos del conocimiento científico”.

La incorporación de los conocimientos científicos al acervo cultural pasa por la educación formal, pero no se debe limitar a ella ya que es necesario que permee el actuar social.

“Formar ciudadanos científicamente cultos no significa hoy dotarles solo de un lenguaje, el científico – en sí ya bastante complejo – sino enseñarles a desmitificar y decodificar las creencias adheridas a la ciencia y a los científicos, prescindir de su aparente neutralidad, entrar en las cuestiones epistemológicas y en las terribles desigualdades ocasionadas por el mal uso de la ciencia y sus condicionantes socio – políticos.” (Aguilar, 1999, p 9-10)

La ciencia y la tecnología han cambiado nuestra forma de vida y nuestra manera de concebir al mundo, pero no son infalibles ni neutrales, ya que como toda construcción social reflejan los puntos de vista y valores de una sociedad, o de un sector de la misma y pueden verse influenciadas por intereses particulares; en consecuencia, es indispensable contar con una mínima formación científica para poder evaluar los efectos y riesgos tanto de las aplicaciones científicas como de las nuevas tecnologías.

En México, recientemente se llevó a cabo a través de la Agenda Ciudadana de Ciencia, Tecnología e Innovación, una consulta vía Internet, sobre temas que constituyen un reto para el desarrollo del país y la mejora en la calidad de vida. El propósito de este ejercicio, no sólo era involucrar a la sociedad en la toma de decisiones sobre algunos de los problemas que aquejan al país, sino que también se diera cuenta de que la ciencia y tecnología pueden aportar conocimientos para tratar de solucionar estos problemas.

El número total de votos recabados en esta consulta efectuada del 7 de noviembre de 2012 al 30 de enero de 2013 fue de 364,803 que es bastante pequeño si consideramos que solamente el Distrito Federal hay más de cuatro millones de habitantes mayores de edad. Ésta falta de participación revela, entre otras cosas, la poca importancia que se le da a las cuestiones científicas.

Pero más allá de emitir una opinión, o un voto, lo ideal sería que todos los ciudadanos tuvieran los elementos para analizar críticamente las propuestas, proponer alternativas, discutir cómo se van a evaluar los logros, y la manera en que, individualmente, se puede contribuir a lograr los objetivos.

Resulta entonces pertinente propugnar por una alfabetización científica donde la adquisición de conceptos se una al desarrollo de habilidades y se relacionen con cuestiones y problemas sociales para contribuir a la formación democrática de todas las personas.

2.2 Alfabetización científica

Uno de los problemas centrales de la epistemología contemporánea es la noción de ciencia. La larga tradición positivista, en la cual el conocimiento fue considerado únicamente válido si se encontraba respaldado por las ciencias físico matemáticas, llegó a un punto crítico con el llamado positivismo lógico. Este positivismo afirmaba que “únicamente los enunciados sometidos a la lógica y a la verificación empírica pueden ser calificados como científicos”. De ello, lo científico era “aquel análisis de la realidad que trabaje con estos dos pilares: la teoría de la relación lógico-matemática y la fase o verificación empírica.”(Mardones, 2007). Esta visión asume que al conocimiento científico se accede de una sola manera, se sobreestima la percepción de los “hechos” haciendo parecer que los científicos “descubren” una verdad preexistente y son capaces de aprehender lo real “objetivamente” (Thuillier, 1990).

Esta imagen de la ciencia se ha mantenido a través del tiempo y ha promovido una superioridad del conocimiento científico sobre cualquier otro tipo de conocimiento, considerándolo como imparcial y ajeno a las vicisitudes del mundo “exterior”. Debido a esto, los científicos han sido estereotipados como sabios poseedores de la verdad absoluta y por lo tanto únicos interlocutores calificados para hacer frente a los problemas que han surgido alrededor de las aplicaciones científicas (Gutiérrez *et al*, 2001).

La alfabetización científica es hoy una demanda social, ya que se requiere de ciudadanos informados y críticos para la toma de decisiones responsables en torno a problemas relacionados con la ciencia y tecnología como salud, higiene, medio ambiente, desarrollo sustentable, etc.

“Todos los estudiantes serán ciudadanos. Todos serán consumidores de productos y servicios de la ciencia y de la tecnología. Todos han de asumir ser responsables de los beneficios y riesgos del conocimiento científico y tecnológico, de sus productos, sistemas y servicios. Todos tomarán decisiones en relación con las materias de ciencia y tecnología por su participación en la toma de decisiones en democracia o por su falta de participación” (Ramsey, en Santos, 2001)

Como ejemplo: en un estudio sobre la percepción social de la ciencia y tecnología en adolescentes mexicanos, llevado a cabo por Márquez y Tirado (2009), se encontró que 54% del grupo encuestado no toma muy en cuenta las indicaciones médicas en torno a la dieta, 53.7% no se preocupa por el ahorro de la energía eléctrica, 52.1% se interesa poco por la contaminación ambiental y 47.1% no se preocupa por el cuidado del agua. Esto resulta preocupante a la luz de los graves problemas que en estos rubros aquejan a la Ciudad de México.

La alfabetización científica en términos generales se refiere a la posibilidad de “leer” la realidad teniendo como clave de lectura el conocimiento científico y tecnológico. Sin embargo, el concepto de alfabetización científica se ha empleado de múltiples maneras en la literatura (Acevedo *et. al*, 2003):

1. Lema que resume los propósitos de enseñanza de diferentes movimientos internacionales (educación para todos, comprensión pública de la ciencia y la tecnología, cultura científica y tecnológica, CTS, etc.).
2. Metáfora que sirve para expresar de manera general las finalidades y objetivos de la educación científica.
3. Mito cultural que señala el ideal a perseguir.
4. Conocimiento y habilidades que se deben adquirir para pensar y actuar de manera adecuada sobre cuestiones científicas que pueden afectar la propia vida y las vidas de otros miembros de la comunidad, ya sea local, nacional o global (Bennett, J. *et al*, 2006).

Para Aguilar (2001) la alfabetización científica comprende no solamente la adquisición de destrezas básicas para responder a las demandas que supone una cultura científica, sino también a la posibilidad de actuar sobre el desarrollo de la misma, por lo que distingue cuatro niveles de alfabetización científica:

- Conocer. Acceder al lenguaje científico para tenerlo como clave de lectura.
- Decodificar. Conocer sobre los procesos, los métodos y los modos de hacer de la ciencia.
- Actuar. Reflexionar críticamente sobre los fines y consecuencias de toda índole relacionadas con la ciencia y sus aplicaciones.
- Desmitificar. Entrar en cuestiones epistemológicas sobre la naturaleza de la ciencia.

El enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) promueve una alfabetización científica tendiente a lograr la participación pública de los ciudadanos en las decisiones que involucran los desarrollos de la ciencia y la tecnología, con el propósito de democratizar y hacer conciente a la sociedad de las responsabilidades sobre su futuro. También amplía el ámbito de la enseñanza de las ciencias al considerar las interacciones de este trinomio, con el fin de presentar

a la ciencia de una forma más humanística y relevante para los estudiantes (Aikenhead, 2003).

2.3 Educación CTS

Se puede hablar de dos tipos de valores inherentes a la ciencia y a la tecnología: los relacionados con la forma de generar el conocimiento (conceptos, teorías, formas de interpretar el mundo, etc.) y los relacionados con su interacción con la sociedad (valores éticos, normas de colaboración, divulgación de resultados, impacto ambiental, etc.).

La enseñanza de la Física usualmente sólo se ocupa del primer grupo de valores pero no debería limitarse a ellos. La Física es parte de la cultura, y como tal está influida por la sociedad, por ende, la educación científica y tecnológica no tiene sentido al margen del contexto social en que están inmersas la ciencia y tecnología. De acuerdo con el texto clásico de Gallagher (1971): “Para los futuros ciudadanos de una sociedad democrática, la comprensión de las relaciones mutuas entre ciencia, tecnología y sociedad puede ser tan importante como la de los conceptos y procesos de la ciencia”.

El referente tecnológico en el mundo cotidiano resulta importante para cualquier estudiante actual y esto se puede aprovechar para dar significado a los conceptos físicos en la medida en que permiten entender el funcionamiento de alguna tecnología y su repercusión social.

De acuerdo con Shamos (1993) en Acevedo *et al* (2004):

“[...] una premisa básica del movimiento CTS es que, al hacer más pertinente la ciencia para la vida cotidiana de los estudiantes, éstos pueden motivarse, interesarse más por el tema y trabajar con más ahínco para dominarlo. Otro argumento a su favor es que, al darle relevancia social a la enseñanza de las ciencias, se contribuye a formar buenos ciudadanos; es decir, al concienciar a los estudiantes de los problemas sociales basados en la ciencia, éstos se interesan más por la propia ciencia”.

En síntesis, algunos de los objetivos del enfoque CTS en la enseñanza de las ciencias son (Santos, 2001):

- La resituación del conocimiento científico en las prácticas de lo cotidiano.
- El uso de la tecnología como elemento facilitador para establecer la conexión con el mundo real.
- La contextualización social y tecnológica de los contenidos científicos.
- El preparar a los alumnos en el ejercicio de la responsabilidad social para la toma de decisiones relacionadas con la ciencia y tecnología.
- Ayudar a los estudiantes a mejorar en pensamiento crítico, razonamiento lógico, resolución creativa de problemas y toma de decisiones.
- La comprensión de lo que acerca y separa a la ciencia, pseudociencia y no ciencia.
- Servir de elemento motivador para el aprendizaje de la ciencia y la tecnología.

Dentro del movimiento CTS han surgido corrientes que se centran en diferentes aspectos de la educación científica, como se puede apreciar en el siguiente cuadro (Pedretti y Nazir, 2010):

Corrientes	Focos de atención	Objetivos de la Enseñanza de las Ciencias	Enfoques Dominantes
Aplicación y Diseño	Resolución de problemas a través del diseño de nuevas tecnologías o la modificación de las ya existentes con énfasis en la investigación y las habilidades	<ul style="list-style-type: none"> - Utilitario - Práctico - Resolución de problemas - Transmisión de conocimientos disciplinares y habilidades técnicas 	Cognitivo Experimental Pragmático Creativo
Histórica	Entender la relación histórica y sociocultural de las ideas científicas y el trabajo de los científicos	<ul style="list-style-type: none"> - Logro cultural e intelectual - Valores intrínsecos (interesante, emocionante, necesario) 	Creativo Reflexivo Afectivo
Razonamiento Lógico	Comprender temas. La toma de decisiones sobre asuntos socio-científicos a través de considerar la evidencia empírica	<ul style="list-style-type: none"> - Ciudadanía - Responsabilidad cívica - Toma de decisiones (personal y social) - Intercambio de ideas 	Reflexivo Cognitivo
Centrada en valores	Comprender temas. La toma de decisiones sobre asuntos socio-científicos a través de la consideración de razonamientos morales y éticos	<ul style="list-style-type: none"> - Ciudadanía - Responsabilidad cívica - Toma de decisiones (personal y social) - Intercambio de ideas 	Afectivo Moral Lógico Crítico

Esta separación no es tajante ya que en cada una de las corrientes pueden abordarse aspectos de las otras, sin embargo indica cuales son las perspectivas centrales de cada enfoque.

Por sus características, la corriente de aplicación y diseño resulta más sencilla de implementar ya que su foco de atención se ubica en la interacción ciencia-tecnología, haciendo énfasis en la transmisión de conocimientos disciplinares y el desarrollo de habilidades técnicas y de investigación, por lo que toca cuestiones más familiares para los profesores y permite tender un puente entre los conceptos abstractos de la ciencia y el mundo concreto representado por la tecnología (Pedretti y Nazir, 2010).

El uso de la tecnología en la enseñanza de la ciencia (y en particular de la física) también sirve para modificar su imagen de “ciencia aplicada”, concepción simplista del término ciencia – tecnología, que ha favorecido una visión distorsionada de la ciencia y que de acuerdo a algunos autores, es uno de los obstáculos para la renovación de la enseñanza de las ciencias (Gil *et al*, 2005).

Tanto las teorías científicas pueden dar lugar a innovaciones tecnológicas, como las nuevas tecnologías pueden abrir distintas líneas de investigación o formas de resolver problemáticas específicas, que antes de dicha innovación representaban un obstáculo para la ciencia. Si esto no se toma en cuenta, se puede transmitir la idea de que la ciencia es un factor absoluto de progreso que sigue un proceso rígido, algorítmico e infalible donde no tienen cabida la creatividad o la duda.

Uno de los propósitos de las orientaciones CTS es mejorar las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias, por lo que se utilizan una gran diversidad de estrategias y técnicas de enseñanza, sin que ninguna sea exclusiva de estas orientaciones. En general se emplea una metodología constructivista de ciencia contextual, que enfatiza la conexión teoría – realidad, es decir que muestra como la ciencia está presente en la tecnología o en los fenómenos de la vida cotidiana, con lo que se busca que el estudiante se involucre en el quehacer científico para utilizarlo en la resolución de problemas y la comprensión de su entorno (Fernández – González, 2008).

Hay que subrayar también que los enfoques CTS buscan ofrecer una visión de la ciencia más acorde con la realidad, por lo que rechazan la idea del “Método Científico” como conjunto de reglas perfectamente definidas a aplicar mecánicamente, así como también rechazan el objetivismo de la ciencia, que concibe el conocimiento científico como resultado de la inferencia inductiva a partir de observaciones y datos “puros”. Las observaciones parten de los paradigmas teóricos, por lo que nunca pueden ser “neutrales” (Chalmers 1982; Feyerabend 1975).

En el caso de la corriente de aplicación y diseño, sobresalen tres tipos de actividades didácticas (Pedretti y Nazir, 2010):

- I. Los estudiantes diseñan y construyen un aparato con el fin de mostrar uno o varios principios físicos.
- II. Los estudiantes diseñan y construyen un aparato para llevar a cabo una tarea específica y que cumpla con ciertos requisitos (eficiencia, estética, amigable con el medio ambiente, etc.)
- III. Los estudiantes diseñan o modifican un aparato en respuesta a un problema social o ambiental.

De acuerdo con estos autores la primera variación es la más sencilla porque muestra una conexión clara entre los conceptos científicos y su aplicación, sin embargo la II y la III al considerar otro tipo de factores, como los económicos o estéticos, pueden ayudar a los estudiantes a apreciar mejor la complejidad que involucra un desarrollo tecnológico y su impacto social.

Existen también críticas a estas actividades que suelen utilizarse en la corriente de aplicación y diseño como las siguientes:

- Al simplificar el proceso de diseño tecnológico se puede dar una imagen distorsionada de los procesos de la ciencia y la tecnología (Gil *et al*, 2005).
- Para algunos filósofos esta corriente refuerza la idea de que la tecnología es una parte necesaria de la sociedad y de que hay remedios tecnológicos a todos los problemas, por lo que argumentan, debería cuestionarse (Pedretti y Nazir, 2010)
- La construcción de “artefactos” como única tarea no da oportunidad a los estudiantes de examinar los factores políticos, económicos y sociales que impulsan la creación de un diseño tecnológico.

La cuestión entonces es el desarrollo de actividades que no sólo fomenten las habilidades de diseño tecnológico, sino también el pensamiento crítico sobre las cuestiones sociales y científicas asociadas con la tecnología.

2.4 Unidades Didácticas

La manera en que se han abordado cuestiones CTS dentro de los currículos es muy variada, una de ellas es a través de temas o unidades didácticas en donde se integran aspectos tecnológicos y sociales sin modificar los programas de las asignaturas.

De acuerdo con Solbes (2009) una propuesta de enseñanza debe considerar los siguientes componentes:

- Clarificar y analizar el contenido de la ciencia a enseñar no solamente desde el punto de vista histórico, sino también desde los puntos de vista de los intereses sociales y educativos.
- Tomar en cuenta las perspectivas de los estudiantes (concepciones, habilidades e intereses).
- El diseño de los ambientes de aprendizaje (materiales, instructivos, actividades de aprendizaje, lecciones o secuencias de aprendizaje)

En esta línea, Sánchez Blanco *et al* (1993) proponen un modelo para el diseño de unidades didácticas que parte de un enfoque constructivista del proceso enseñanza-aprendizaje en el que se concibe al alumno como constructor de su conocimiento y al profesor como promotor de este proceso constructivo.

Este modelo consta de cinco tareas interdependientes: I Análisis Científico, II Análisis Didáctico, III Selección de Objetivos, IV Selección de Estrategias Didácticas y V Selección de Estrategias de Evaluación, que servirán como marco para el desarrollo de la unidad didáctica que se presenta en el siguiente capítulo.

Objetivos	Procedimientos
I. Análisis Científico	
a) La reflexión y actualización científica del profesor b) La estructuración de los contenidos	1) Seleccionar los contenidos 2) Definir el esquema conceptual 3) Delimitar procedimientos científicos 4) Delimitar actitudes científicas
II. Análisis Didáctico	
a) La delimitación de los condicionamientos del proceso Enseñanza/Aprendizaje: adecuación al alumno	1) Averiguar las ideas previas de los alumnos 2) Considerar las exigencias cognitivas de los contenidos 3) Delimitar implicaciones para la enseñanza
III. Selección de Objetivos	
a) La reflexión sobre los potenciales aprendizajes de los alumnos b) El establecimiento de referencias para el proceso de evaluación	1) Considerar conjuntamente el Análisis Científico y el Didáctico 2) Delimitar prioridades y jerarquizarlas
IV. Selección de Estrategias Didácticas	
a) La determinación de las estrategias a seguir para el desarrollo del tema b) La definición de tareas a realizar por profesor y alumnos	1) Considerar los planteamientos metodológicos para la enseñanza 2) Diseñar la secuencia global de enseñanza 3) Seleccionar actividades de enseñanza 4) Elaborar materiales de aprendizaje
V. Selección de estrategias de evaluación	
a) La valoración de la unidad diseñada b) La valoración del proceso de enseñanza y de los aprendizajes de los alumnos	1) Delimitar el contenido de la evaluación 2) Determinar actividades y momentos del desarrollo del tema 3) Diseñar instrumentos para la recolección de la información

I. Análisis Científico

En el análisis científico se seleccionan y estructuran los contenidos del programa de acuerdo con las intenciones educativas del docente, quien previamente debe haber hecho una reflexión (y de ser necesaria una actualización) sobre sus propios conocimientos acerca del tema. En esta estructuración se debe tomar en cuenta que los conceptos que adquieran los estudiantes no son aislados, sino que deben formar parte de un entramado conceptual más complejo que les permita explicar hechos o fenómenos con base en la ciencia, por lo que se sugiere la elaboración de un esquema conceptual que incluya contenidos que consideren aspectos relativos a la identificación, interpretación y aplicación.

Los contenidos de identificación tienen carácter descriptivo y sirven para responder a las preguntas ¿qué es? o ¿qué ocurre?

Los aspectos explicativos corresponden a los contenidos de interpretación, van más allá de la percepción y responden a preguntas del tipo ¿por qué es así? o ¿por qué ocurre de ese modo?

Para encontrar los contenidos de aplicación se deben responder preguntas como: ¿para qué sirve ese conocimiento? o ¿qué nos puede explicar? Estos contenidos tienen carácter funcional y predictivo. Son útiles para mostrar las relaciones CTS.

También es importante señalar que en este análisis científico, se hace una diferenciación de los contenidos en tres rubros: conceptual, procedimental y actitudinal, lo que implica que las estrategias de enseñanza deben incluir explícitamente actividades que asocien los conceptos con aspectos clave de la metodología científica (Gil et al. 1991), puesto que al ser la Física algo más que una colección de hechos y fórmulas, los alumnos se pueden beneficiar más del estudio de esta Ciencia si aprenden a utilizar los instrumentos intelectuales que han utilizado y utilizan los científicos para investigar los fenómenos naturales; es decir si desarrollan algunas de las habilidades necesarias para la investigación científica tales como: observar, medir, clasificar, comunicar, predecir, inferir,

controlar variables, interpretar datos, formular hipótesis, etc. (Gutiérrez, G.J.; et al. 1990).

Estas habilidades propias de la actividad científica son susceptibles de ser generadas (en forma individual o integral) tanto en la introducción y manejo de conceptos, como en la resolución de problemas o en las prácticas de laboratorio. Ahora bien, la delimitación de los contenidos procedimentales debe estar supeditada al entramado conceptual propuesto para que adquieran significado científico y no sean experiencias inconexas de carácter anecdótico. En este sentido los autores (Sánchez Blanco *et al*, 1993) proponen la siguiente secuencia de preguntas para seleccionar los contenidos procedimentales:

1. ¿Cuál es el conocimiento al que pretendemos llegar con los procedimientos que seleccionemos? (“afirmaciones de conocimiento”)
2. ¿A qué preguntas o problemas da respuesta ese conocimiento? (“preguntas determinantes”)
3. ¿Qué conceptos están implicados en esas preguntas y debe conocer el alumno para encontrarle sentido al estudio del hecho seleccionado? (“conceptos clave pertinentes”)
4. ¿Cuáles son los procedimientos que se requieren para responder a las preguntas determinantes y llegar a las afirmaciones de conocimiento que deseamos que aprendan nuestros alumnos? (“métodos de investigación”)

Como puede apreciarse, los contenidos procedimentales son a la vez contenidos de enseñanza y mediadores del proceso de aprendizaje por lo que permiten al alumno adquirir conceptos, desarrollar actitudes y fomentar su autonomía.

Dentro de los objetivos a lograr en la enseñanza – aprendizaje de las ciencias hay una dimensión afectiva que se engloba dentro de los contenidos actitudinales.

Las actitudes son muy importantes porque determinan en muchos sentidos la predisposición y el interés de los estudiantes hacia un tema o tarea. Usualmente

se hace una distinción entre actitudes hacia la ciencia y actitudes científicas (Vázquez, A. *et al.* 1995). Las primeras son las disposiciones hacia todos los elementos implicados en el aprendizaje de la ciencia y subrayan el aspecto afectivo de la actitud, frente al carácter más cognitivo de las actitudes científicas.

Existen muchos factores que influyen en la disposición de los estudiantes hacia la ciencia (profesor, planes de estudio, ambiente, etc.) (Osborne, 2003) pero una constante es que para lograr aprendizajes significativos se requiere que el alumno quiera aprender, por lo que son importantes tanto la voluntad como la motivación, elementos que están determinados en gran medida, por el sentido que el estudiante atribuye a la situación de aprendizaje (Hernández 2004).

De acuerdo con Hernández (2004), para que un contenido tenga sentido deben darse las siguientes condiciones:

- Que el alumno sepa cuál es la finalidad que se persigue con determinada tarea (¿qué? ¿cómo? y ¿por qué?)
- Que se presente la tarea al alumno de tal forma que la perciba como algo que le interesa.
- Que la tarea sea vista por el alumno como algo que puede aprender o llevar a cabo con los recursos que tiene.

Es por esto, que los contenidos de aplicación son muy útiles para desarrollar este tipo de actitudes.

Las actitudes científicas, por otro lado, son el conjunto de rasgos que surgen como resultado de la investigación científica, es decir las actitudes desarrolladas a partir de los procedimientos implicados. Algunos autores como Gauld y Hukins (1980) (en Vázquez, A. *et al.* 1995) distinguen los siguientes tipos de actitudes científicas:

- Actitud general hacia las ideas y la información
- Actitud relacionada con la evaluación de las ideas y la información
- Compromiso con creencias científicas específicas

Entonces, fomentar una actitud positiva, tanto científica como a la ciencia, es importante porque contribuye a mejorar la imagen, la disposición y los compromisos de los estudiantes (futuros ciudadanos) hacia los temas científicos.

II. Análisis Didáctico

Aunque la estructuración de los contenidos desde la perspectiva de la ciencia conlleva una intencionalidad didáctica, se requiere de un análisis didáctico para la delimitación de los condicionamientos del proceso Enseñanza-Aprendizaje con base en la capacidad cognitiva del alumno. Esto demanda que se averigüen las ideas previas de los alumnos, se analicen las exigencias cognitivas de los contenidos y se delimiten las implicaciones para la enseñanza (Sánchez Blanco *et al*, 1993).

Las ideas previas son ideas de “sentido común” que todos poseemos y que nos ayudan a explicar de forma “lógica y coherente” (según nuestra propia percepción) el mundo que habitamos. Tienen una función pragmática, cuyo fin es el de permitirnos actuar en nuestro entorno inmediato, sin embargo, no siempre son compatibles con las teorías científicas, ya que éstas son construidas a partir de modelos que muchas veces van en contra del “sentido común”.

Las ideas previas tienen la característica de ser persistentes, puesto que la misma coherencia interna implica que existen redes de conceptos formados alrededor de ellas, lo cual dificulta su transformación. Actualmente se acepta que las ideas previas no pueden ser eliminadas o sustituidas totalmente, pero pueden construirse nuevos “entramados conceptuales” que estén más acordes con el conocimiento que se busca.

Como las ideas previas tienen que ver con la experiencia cotidiana, se pueden encontrar pautas o tendencias comunes de pensamiento sobre algún tema en particular. Para Ausbel el conocimiento de las ideas previas es fundamental para lograr aprendizajes significativos: “averígüese lo que sabe el alumno y actúese en consecuencia”. Si se conocen las preconcepciones que tienen los estudiantes se pueden diseñar estrategias destinadas a incidir sobre estos puntos

y dar nuevos significados a las experiencias bajo la lógica de la ciencia. Si el estudiante no ve la ventaja de modificar sus concepciones (mayor poder explicativo, mayor coherencia, etc.) no tendrá una verdadera necesidad de reconstruir sus conceptos y el aprendizaje será efímero.

La importancia de conocer las ideas previas es tomar conciencia de que los estudiantes no son recipientes vacíos que se pueden llenar con lo que sea, si no que tienen ideas arraigadas sobre los fenómenos que se están estudiando y que si no se tienen claros los objetivos de la enseñanza ni se elaboran actividades que estén de acuerdo con esos objetivos, se corre el riesgo de fomentar dichas ideas o de que el aprendizaje no sea significativo. Con base en la experiencia docente, se pueden conocer muchas de las ideas previas de los alumnos sobre algún tema, pero también es útil consultar bibliografía y/o hacer pruebas diagnósticas.

Además de las ideas previas, es necesario tomar en cuenta las exigencias cognitivas de los contenidos puesto que deben ser las apropiadas para los estudiantes, de acuerdo a su nivel y capacidad cognitiva. No se pueden exigir aprendizajes que estén fuera de sus posibilidades ya que puedan generar frustración y/o actitudes negativas.

Para delimitar las implicaciones para la enseñanza de estos aspectos, Sánchez Blanco *et al* (1993), proponen considerar lo siguiente:

- a) El punto de partida del esquema conceptual que se quiere desarrollar
- b) Los conceptos más problemáticos
- c) La adecuación de los procedimientos implicados
- d) Los objetivos prioritarios relativos al aprendizaje del alumno
- e) Las actividades que se deben seleccionar para favorecer el proceso de aprendizaje
- f) Las referencias que se deben considerar para la evaluación de los aprendizajes de los alumnos.

III. Selección de Objetivos

La selección de objetivos debe ser congruente con el programa de la asignatura y en ella se deben mostrar los aprendizajes que se desean alcanzar, acordes con el análisis científico y didáctico. Su formulación se hace de acuerdo a las capacidades que se esperan desarrollar en los alumnos como consecuencia de los aprendizajes que se realicen y deben ser tanto de tipo conceptual como procedimental y actitudinal.

La explicitación de los objetivos hace posible que se pueda identificar lo que realmente se prioriza enseñar y valorar su coherencia y significatividad en relación a la unidad didáctica.

IV. Selección de Estrategias Didácticas

La selección de estrategias didácticas debe hacerse con base en los objetivos propuestos y con la conciencia de que son más que un conjunto de actividades, pues en ellas se concreta la visión del profesor sobre el proceso enseñanza-aprendizaje.

De acuerdo con Sánchez Blanco *et al* (1993) en las estrategias didácticas se pueden encontrar (no siempre de manera explícita) cuatro elementos importantes:

- Planteamientos metodológicos
- Secuencia de enseñanza
- Actividades de enseñanza
- Materiales de aprendizaje

Toda propuesta didáctica, aunque sea en forma implícita, tiene asociado un marco epistemológico así como fundamentos psicológicos y pedagógicos que permean los planteamientos metodológicos y donde se observan las creencias del profesor sobre las finalidades de la enseñanza y la mejor forma de aprender y enseñar.

En los planteamientos metodológicos se determina el papel del alumno y del profesor durante el proceso de enseñanza-aprendizaje así como la imagen de ciencia a transmitir.

En la secuencia de enseñanza se concretan los planteamientos metodológicos a través de las actividades propuestas, en ellas se distribuye el contenido de la unidad y se precisa como se desarrollará el esquema conceptual. Es común que la secuencia se divida en cuatro fases: 1ª. Iniciación, 2ª. Información, 3ª. Aplicación y 4ª. Conclusión y/o Síntesis (Las fases 3 y 4 pueden cambiar de orden)

El fin de la secuencia de enseñanza es propiciar que los modelos iniciales de los estudiantes evolucionen, desde sus representaciones simples y/o alternativas a otras más complejas y/o cercanas a los modelos científicos actuales, para ello no es imprescindible iniciar con un contenido específico, sino lo importante es que los contenidos que se vayan incorporando, sirvan para que los estudiantes autoevalúen y regulen sus dificultades (Neus Sanmartí, 2000).

Las actividades de enseñanza son fundamentales y su intencionalidad estará determinada por la fase de la secuencia de enseñanza a la que se destina como puede apreciarse en la siguiente tabla:

Secuencia	Objetivos de las Actividades
1ª. Fase Iniciación	<ul style="list-style-type: none"> - Facilitar que los estudiantes definan el problema a estudiar y expliciten sus representaciones - Que sean motivadoras y promuevan el planteamiento de preguntas o problemas de investigación significativos y la comunicación de distintos puntos de vista o hipótesis
2ª. Fase Información	<ul style="list-style-type: none"> - Enriquecer la visión inicial del problema mediante nuevas experiencias, de la introducción de nuevas variables, de identificación de otras formas de observar y de explicar y/o de reformulación de problemas
3ª. Fase Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> - Transferencia a otros contextos - Generalización
4ª. Fase Conclusión y/o Síntesis	<ul style="list-style-type: none"> - Explicitar que se está aprendiendo - Revisar cuales son los cambios en las ideas - Abstracción de las ideas importantes

Finalmente, los materiales de aprendizaje son los instrumentos mediante los cuales se comunica el contenido de la enseñanza y su concepción; deben mostrar claramente la estrategia didáctica del profesor y pueden ser muy variados, tales como: el programa guía (plan de clase), las hojas de trabajo y el cuaderno del alumno.

El programa guía describe la secuencia de enseñanza en términos genéricos junto con las actividades propuestas. Este programa puede modificarse, agregando o suprimiendo actividades, de acuerdo a los requerimientos de los estudiantes. Puede ser para uso exclusivo del profesor o también para los alumnos.

Las hojas de trabajo describen con mayor detalle el contenido de una actividad y dan indicaciones para que los estudiantes la lleven a cabo.

El cuaderno del alumno puede servir como diario de trabajo, en el cual se pueden recoger las impresiones particulares sobre la secuencia de enseñanza, para fomentar una autorregulación y autoevaluación.

V. Selección de estrategias de evaluación

La evaluación es un proceso que incluye tres tareas básicas (Neus Sanmartí, 2000):

1. Recoger información (con instrumentos o no)
2. Analizar la información obtenida para emitir un juicio
3. Tomar decisiones de acuerdo con el juicio obtenido

La evaluación no es simplemente asignar una calificación, si no que sirve para regular el proceso de enseñanza y aprendizaje al proporcionar retroalimentación tanto al profesor como a los alumnos. Únicamente el alumno puede corregir sus errores y el profesor debe ayudarlo a detectarlos y a encontrar caminos para superarlos.

Al valorar una actividad, se debe compartir con los estudiantes la utilidad de dicha valoración para identificar las dificultades que aparecen y regularlas con el propósito de alcanzar determinados fines.

La evaluación debe ser congruente con los objetivos planteados por lo que puede ser útil prestar atención a las actividades seleccionadas y los materiales de trabajo utilizados, adoptando criterios para obtener información, tanto de la adecuación de los materiales, como del desempeño de los alumnos.

Para Sánchez Blanco *et al* (1993) la evaluación formativa, en relación con los aprendizajes de los alumnos, debe contemplar:

- a) La situación de partida (conocimientos previos de los alumnos)
- b) Los progresos en la construcción de conocimientos (como anticipan y planifican lo que han de hacer para dar respuesta a las tareas)
- c) Los conocimientos científicos adquiridos (conceptuales, procedimentales y actitudinales)

Evaluar a los alumnos también requiere en algún momento elaborar preguntas sobre algún tema o concepto en particular para tratar de obtener información sobre los conocimientos adquiridos por los estudiantes. Esto no es una tarea sencilla, pues muchas veces al elaborar un reactivo la redacción es confusa, la pregunta no es adecuada para el objetivo a evaluar, o no se pregunta sobre el concepto que realmente interesa. Por ello es necesario conocer cuales son las directrices que deben seguirse en la construcción de diferentes modelos de reactivos. En general se pueden incluir reactivos de diferentes tipos, sin perder de vista que es lo que se quiere “medir” con cada uno de ellos.

2.5 Metodología

A partir del desarrollo de la unidad didáctica con el enfoque CTS, se hace un estudio de caso con base en la observación de las respuestas de los estudiantes al planteamiento de la unidad.

El estudio de caso es una metodología de investigación dirigida a la comprensión de un fenómeno dentro de su contexto real, especialmente cuando existe una imposibilidad de separar a las variables de estudio de su contexto. Un estudio de caso implica un entendimiento comprensivo, una descripción extensiva de la situación y su análisis en conjunto y dentro de su contexto. Su potencia y justificación se basa en el supuesto de que lo global se refleja en lo local. Para Pérez Serrano (2004) su objetivo básico es comprender el significado de una experiencia.

De acuerdo con lo anterior, el estudio de caso permite explorar en forma más profunda y obtener un conocimiento más amplio sobre un fenómeno, para lo cual se puede obtener información de múltiples maneras.

“Mediante este método, se recogen de forma descriptiva distintos tipos de informaciones cualitativas, que no aparecen reflejadas en números si no en palabras. Lo esencial de esta metodología es poner de relieve incidentes clave, en términos descriptivos, mediante el uso de entrevistas, notas de campo, observaciones, grabaciones de video, documentos, etc.” (Cebreiro *et al* 2004)

De acuerdo con Rodríguez *et al* (en Álvarez *et al*, 2012) la elección de esta metodología se puede apoyar en tres razones:

1. Su *carácter crítico*, es decir, en la medida en que el caso permite confirmar, cambiar, modificar o ampliar el conocimiento sobre el objeto de estudio.
2. Su *carácter extremo* o unicidad, pues parte de una situación que tiene un carácter específico y peculiar.
3. Finalmente, el *carácter revelador* del caso permite observar y analizar un fenómeno o hecho particular relativamente en investigación educativa y sobre el cual pueden realizarse aportaciones de enorme relevancia

No existe una única manera de realizar un estudio de caso y una manera de clasificarlos es de acuerdo al informe de investigación (Pérez Serrano, 2004):

- Descriptivo: Se presenta un informe detallado del fenómeno objeto de estudio sin fundamentación teórica previa, con el objeto de no guiarse por hipótesis preestablecidas y aportar información básica sobre áreas educativas no investigadas aún.
- Interpretativo: Contiene descripciones ricas y densas, sin embargo, difiere del anterior en que los datos se utilizan para desarrollar categorías conceptuales o para ilustrar, defender o desafiar presupuestos teóricos defendidos antes de recoger los datos.
- Evaluativo: Implican descripción y explicación para llegar a emitir juicios sobre la realidad objeto de estudio.

El estudio de caso aporta concreción, intensidad y detalle respecto de un caso concreto que puede ser una persona, organización, programa de enseñanza, acontecimiento, etc. Por lo que la elección de esta metodología se hizo debido a que se pretende describir y analizar la respuesta de los estudiantes a la propuesta didáctica y a partir de ello emitir las conclusiones correspondientes.

En este trabajo la evidencia que se recopiló fue principalmente a través de:

Observaciones, las cuales se centraron en tres ámbitos:

- Claridad del material (que tan comprensible fue para los alumnos)
- Actitudes de los alumnos durante las actividades
 - a) Que tanto se involucraban en la tarea
 - b) Participación en las discusiones
 - c) Tiempo en que mantienen el interés
- Desarrollo de las actividades (que tanto se cumplen los objetivos planteados)

Documentos

- Exámenes: De diagnóstico (conceptos y actitudes) y de conocimientos al finalizar la unidad.
- Actividades: Tanto de tipo experimental como de afirmación y aplicación de conceptos.
- Trabajo de investigación: Desarrollo de un prototipo experimental

A partir de lo cual se generaron los resultados y conclusiones que se encuentran en el último capítulo.

Capítulo III

Propuesta Didáctica

3.1 Introducción

La propuesta didáctica tiene como objetivo contextualizar algunos temas de física para estudiantes del Área de Ciencias Biológicas y de la Salud, por medio del análisis de diversas aplicaciones tecnológicas (relevantes en el área) con el propósito de dar sentido a los conceptos teóricos y así potenciar su utilidad y funcionalidad fuera del aula.

Para ello se diseñó la Unidad Didáctica de Óptica Geométrica, con base en el modelo de planificación de Unidades Didácticas en el área de Ciencias Experimentales propuesto por Sánchez Blanco *et al* (1993) y tomando como marco teórico el enfoque educativo Ciencia, Tecnología y Sociedad, particularmente en su corriente de aplicación y diseño.

Dentro de esta corriente, uno de los objetivos importantes de la enseñanza es la adquisición de conocimientos disciplinares, lo cual no se puede pasar por alto si se considera que el curso al que está dirigida la Unidad Didáctica es

propedéutico para los estudiantes que quieren acceder a carreras como medicina, química, biología, psicología, etc. sin embargo esto no es una limitante para enriquecer los aprendizajes con algunos aspectos tecnológicos y sociales.

3.2 Panorama General

La Unidad Didáctica se desarrolló para cubrir los primeros contenidos de la Tercera Unidad (Óptica y Acústica) del Programa de Física IV área 2 de la Escuela Nacional Preparatoria, en el cual se plantean como propósitos concretos los siguientes (ENP, 1996)

- Que el alumno estructure un criterio científico que le permita interpretar diversos fenómenos y procesos físicos, así como modelos matemáticos y gráficas relacionadas con ellos.
- Que el alumno desarrolle habilidad para observar fenómenos relacionados con el campo de la biología y la química, a fin de analizarlos y abordarlos con la aplicación de conceptos físicos afines.
- Que el alumno informe por escrito los resultados de experimentos realizados por él, en los que se introduzcan algunos modelos físicos así como algunas de sus consecuencias lógicas.
- Que el alumno informe por escrito los resultados de los experimentos que verifiquen las consecuencias lógicas deducidas de alguna ley básica de la Física.

Estos propósitos son afines al enfoque CTS, y dado que la Unidad Didáctica que se propone es parte de esta asignatura, debe apoyar a su cumplimiento.

En esta propuesta se utiliza una metodología constructivista de corte inductivo que parte de problemas concretos (tecnología) y a través de ellos selecciona los contenidos indispensables para su estudio. Concretamente, la unidad inicia con el análisis del endoscopio, lo cual tiene como objetivo de despertar el interés de los alumnos y conocer sus ideas previas. A partir de esto se van encontrando los conceptos implicados y se realizan la experiencias necesarias para su

comprensión. Se promueve el análisis de los problemas, el debate de ideas y la presentación de informes. También se trata de establecer la diferencia entre opiniones personales y argumentos con base científica avalados por leyes y teorías o por datos empíricos

Las actividades se pensaron de tal manera que los estudiantes fueran adquiriendo autonomía y empezaran a plantearse preguntas, formular hipótesis y desarrollar procedimientos experimentales.

La forma de trabajo se muestra en los planes de clase y las actividades desarrolladas para la Unidad Didáctica.

3.3 Unidad Didáctica

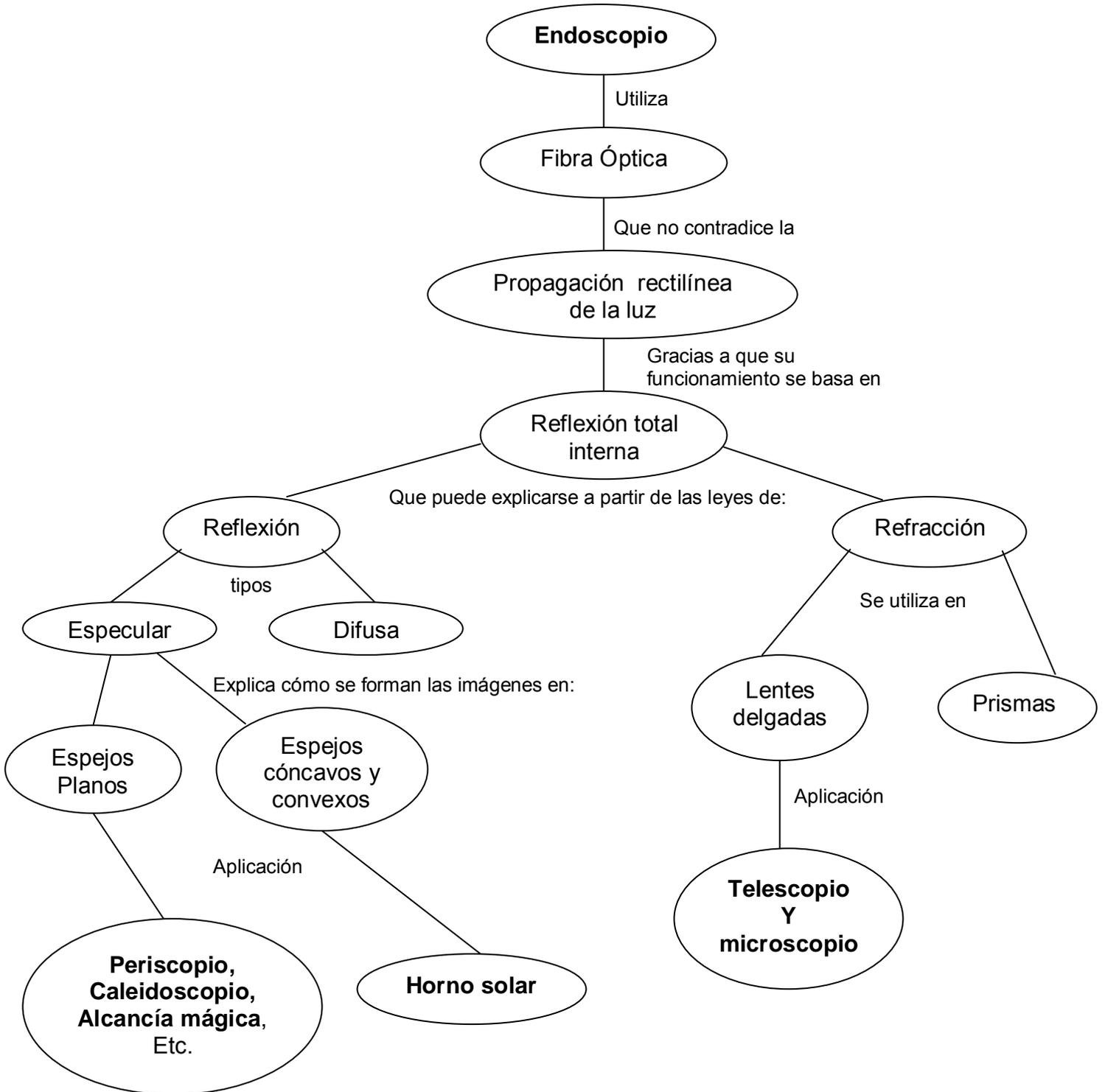
En el siguiente cuadro se ilustran las aplicaciones tecnológicas que se ocupan para revisar algunos de los contenidos de la unidad programática, así como las implicaciones sociales que pueden tratarse de manera general a lo largo de la unidad como parte del enfoque CTS.

Contenido de la Unidad	Tecnología	Sociedad
3.1. Reflexión de la luz y espejos planos.	<ul style="list-style-type: none"> • Endoscopio 	Impacto ambiental
3.2. Reflexión en espejos cóncavos y convexos.	<ul style="list-style-type: none"> • Hornos solares 	Balance costo – beneficio
3.3 Refracción de la luz	<ul style="list-style-type: none"> • Endoscopio 	
3.4. Lentes Convergentes y Divergentes.	<ul style="list-style-type: none"> • Microscopio • Telescopio • Cámara Fotográfica 	Impacto social
		Cuestiones éticas

En el modelo de Sánchez Blanco *et al* (1993), la Unidad Didáctica consta de cinco partes: I. Análisis Científico, II. Análisis Didáctico, III. Selección de Objetivos, IV. Selección de Estrategias Didácticas y V. Selección de Estrategias de Evaluación que se desarrollan a continuación.

I. Análisis Científico

Esquema Conceptual



De acuerdo con el programa de la asignatura, en el siguiente cuadro aparecen los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales que se desarrollan en la unidad didáctica.

Conceptos	Procedimientos	Actitudes hacia la Ciencia	Actitudes Científicas
1. Propagación de la luz 2. Reflexión <ul style="list-style-type: none"> • Especular • Difusa • Leyes de la reflexión 3. Refracción <ul style="list-style-type: none"> • Índice de refracción • Ley de Snell • Reflexión total interna 	1. Utilización de diagramas de rayos para representar la propagación de la luz y la formación de imágenes. 2. Ubicación y trazado de la normal a una superficie. 3. Manejo del transportador. 4. Búsqueda de información. 5. Utilización de modelos científicos. 6. Observación y descripción de fenómenos. 7. Emisión de hipótesis y predicciones. 8. Identificación y control de variables. 9. Diseño y montaje de experimentos. 10. Recolección e interpretación de datos. 11. Comunicación de resultados.	1. Reconocimiento de la utilidad de los conceptos físicos para el desarrollo tecnológico. 2. Reconocimiento de las implicaciones sociales que derivan de los desarrollos científicos y tecnológicos.	3. Ser capaz de explicitar y defender sus ideas con base en argumentos. 4. Ser consciente de la utilidad de los diseños experimentales y para que se utilizan. 5. Ser crítico tanto de las fuentes consultadas, como de la información recabada. 6. Conciencia de que ha aprendido algo y de las dificultades que ha tenido para hacerlo.

A continuación se hace una separación de los aspectos de Identificación, Interpretación y Aplicación referentes a cada uno de los conceptos.

A) Identificación Preguntas Centrales	Procedimientos Científicos Implicados
<p>1. Propagación de la luz</p> <p>¿Cómo viaja la luz?</p> <p>¿Qué condiciones son necesarias para “ver” un objeto?</p> <p>2. Reflexión</p> <p>¿Qué es?</p> <p>¿Cómo cambia la trayectoria del haz de luz cuando se produce una reflexión?</p> <p>¿Cómo se mide el ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión?</p> <p>¿Cuál es el rayo incidente y el rayo reflejado?</p> <p>¿Qué tipos de superficies hay?</p> <p>¿Qué tipos de espejos hay?</p> <p>3. Refracción</p> <p>¿Qué sucede cuando un haz de luz pasa de un medio a otro?</p> <p>¿Cómo cambia la trayectoria de un haz de luz cuando pasa de un medio a otro?</p> <p>¿De qué factores depende la refracción de la luz?</p> <p>¿De qué factores depende la reflexión total interna?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Observación, descripción y representación de la trayectoria seguida por un haz de luz. • Emisión de predicciones e hipótesis sobre los factores necesarios para “ver” un objeto. • Establecimiento de criterios sobre la visualización de objetos y su representación. <ul style="list-style-type: none"> • Observación, descripción y representación de la trayectoria seguida por un haz de luz cuando se refleja en distintas superficies. • Trazado de la normal a una superficie. • Medición del ángulo de incidencia y del ángulo de reflexión. • Realización de experiencias sencillas de reflexión de la luz, utilizando espejos u otras superficies. • Recolección e interpretación de datos. <ul style="list-style-type: none"> • Observación, descripción y representación de la trayectoria seguida por un haz de luz cuando se refracta en distintos medios. • Medición del ángulo de incidencia y del ángulo de refracción. • Identificación de los factores que son importantes para que se produzca la refracción de la luz (ángulo de incidencia y cambio en el índice de refracción del medio). • Identificación de los factores que se requieren para que se produzca una reflexión total interna.
B) Interpretación	Procedimientos Científicos Implicados

Preguntas Centrales	
<p>¿Cómo se representa mediante un diagrama de rayos un objeto que emite o que refleja la luz?</p> <p>¿Por qué se produce la reflexión de la luz?</p> <p>¿Cómo se explica la formación de las imágenes en un espejo?</p> <p>¿Por qué se produce la refracción de la luz?</p> <p>¿Qué es el índice de refracción?</p> <p>¿Cómo se puede explicar el cambio de posición aparente de un objeto, cuándo la luz pasa de un medio a otro?</p> <p>¿Por qué se produce la reflexión interna total?</p> <p>¿Qué es el ángulo crítico?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Utilización de las leyes de la reflexión y refracción. • Formación de imágenes con base en las leyes de la reflexión y refracción. • Establecimiento de predicciones a partir de dichas leyes.
C) Aplicación Preguntas Centrales	Procedimientos Científicos Implicados
<p>¿Qué es un endoscopio?</p> <p>¿Cómo funciona?</p> <p>¿Para qué sirve?</p> <p>¿Por qué es importante el desarrollo de esta tecnología?</p> <p>¿Cómo funciona un horno solar?</p> <p>¿Para qué hacer hornos solares?</p> <p>¿Cómo funciona una cámara fotográfica?</p> <p>¿Cómo se forman las imágenes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Explicación de la manera como funcionan los endoscopios e identificación de las variables importantes. • Búsqueda de información sobre la evolución que ha tenido el endoscopio. • Análisis de las repercusiones sociales asociadas con esta tecnología (endoscopio). • Explicación de la manera en que funcionan los hornos solares e identificación de parámetros para evaluar su eficiencia. • Búsqueda de información. • Diseño y construcción de un horno solar. • Utilización de argumentos socio-científicos para evaluar las ventajas y desventajas del uso de hornos solares. • Elaboración de informes sobre la interpretación del proceso. • Utilización de diagramas de rayos para

<p>en un microscopio?</p> <p>¿Cuál es el impacto social que ha tenido el uso del microscopio?</p> <p>¿Cómo se forman las imágenes en un telescopio?</p> <p>¿Por qué es importante esta tecnología?</p>	<p>explicar el funcionamiento de un microscopio y telescopio.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construcción de un microscopio o telescopio • Análisis del impacto social de ambas tecnologías.
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

II. Análisis Didáctico

1) Ideas Previas

Algunas de las ideas previas en torno a la óptica, reportadas en la literatura son (Viennot, 2002), (Driver *et al*, 1996) y (Hierrezuelo, 1989):

- Que se considere a la luz como un objeto en si mismo y que se puede ver desde cualquier parte.
- Que la imagen de la fuente viaje sola hasta una pantalla.
- Que la imagen se forma desde el principio y se pasea en bloque, dispuesta a dejar algunos trozos en el camino si un obstáculo la hace perder una parte al pasar.
- Que los objetos poseen un color intrínseco.
- Que para “ver”, los ojos emiten rayos que van hacia los objetos.
- Que para “ver” un objeto basta con que esté iluminado, es decir no hay necesidad de que la luz reflejada por el objeto incida en nuestros ojos.

También existen algunas dificultades epistemológicas que aunque no son exclusivas de la óptica, si intervienen en su aprendizaje, como:

- No reconocer la acción de varias variables.
- Razonamiento lineal causal, es decir, atribuir el efecto de un fenómeno a la causa inmediata anterior.

En mi experiencia como profesora, también he detectado otras ideas previas que se deben tomar en cuenta en el desarrollo de la unidad didáctica:

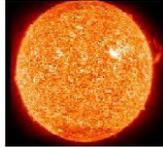
- Que la imagen formada por un espejo plano se forma en la superficie del espejo.
- Que los objetos reflejan la luz únicamente en algunas direcciones privilegiadas.

A continuación presento un examen diagnóstico, en el cual no solo se hace referencia a conceptos físicos, sino también a algunas aplicaciones tecnológicas, como parte del enfoque CTS que se utiliza.

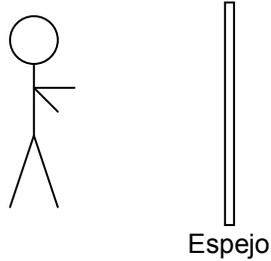
Examen Diagnóstico Óptica

Nombre

-
1. ¿Qué condiciones se requieren para que podamos ver un objeto?
 2. A continuación se presentan los dibujos de diferentes fuentes de luz. Dibuja la trayectoria de la luz que es emitida por cada una de estas fuentes.



3. Cuando nos vemos en un espejo, ¿dónde se forma la imagen? (Dibújala en el siguiente diagrama)



4. Explica como funciona un endoscopio y para que sirve.
5. Explica como funciona un microscopio.

También presento un examen diagnóstico tomado de Vázquez y Manassero (1997), relacionado con las actitudes hacia la ciencia, hacia el aprendizaje de la ciencia y hacia las implicaciones sociales de la ciencia.

Examen Diagnóstico de Actitudes

Marca la opción que elijas con una **x**

TA: Totalmente de Acuerdo; **A:** De Acuerdo; **I:** indeciso; **D:** En Desacuerdo;
DT: En Desacuerdo Total

	TA	A	I	D	DT
1. Tenemos un mundo mejor gracias a la física					
2. A nadie le gusta la física					
3. La física no tiene mucho sentido para gente que no son científicos					
4. La física nos ayuda a pensar mejor					
5. La física es necesaria para todos					
6. La física parece ser muy interesante					
7. Para destacar en física hay que ser muy inteligente					
8. La física es aburrida					
9. La física estimula la curiosidad					
10. La física es muy difícil de aprender					
11. La física no tiene utilidad					
12. La física es algo realmente valioso					
13. La física nos defiende de la superstición					
14. La clase de física no es más que un compendio de fórmulas					
15. Me suelo distraer y aburrir en la clase de física					
16. Para mi los conceptos y las teorías físicas no tienen sentido					
17. Para mi la física es más que una asignatura memorística					
18. Conocer las teorías físicas enriquece mi conocimiento					
19. De la clase de física lo que más me gusta es el laboratorio					
20. Me desagrada consultar los temas relacionados con física					
21. Cuando se acerca la hora de física siento entusiasmo					
22. Estudiando física se satisface la curiosidad					
23. No se para qué sirve la clase de física					
24. Estudiar física es una pesadilla					
25. Me intereso por profundizar los temas vistos en física					
26. Siento agrado por la clase de física porque encuentro relación con mi cotidianeidad					
27. Ojalá no tuviera clase de física					
28. Dedico más tiempo a estudiar física que otras materias					
29. Estar en clase de física es una obligación					
30. Estudiar física sirve a la gente, incluso cuando deja la escuela					

2) Exigencias operatorias de los contenidos

Exigencia	Características Operatorias	Ejemplos de contenidos
-----------	-----------------------------	------------------------

Operatoria		implicados
Control y exclusión de variables	<ul style="list-style-type: none"> - Es capaz de estudiar los efectos de un factor pero sin controlar o excluir otros que puedan intervenir. - Ve la necesidad de controlar variables pero no es capaz de desarrollar una estrategia propia de control. Hay que facilitarles los diseños experimentales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Refracción de la luz <p>Se da cuenta que el cambio de medio es responsable de la refracción, pero no toma en cuenta el ángulo de incidencia.</p>
Condicionamientos matemáticos	<ul style="list-style-type: none"> - Trabaja con operaciones elementales. - Usa relaciones funcionales sencillas, pero le cuestan trabajo las funciones trigonométricas y aquellos despejes que involucren el inverso de alguna función trigonométrica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ley de Snell
Habilidades de Investigación	<ul style="list-style-type: none"> - Le cuesta trabajo formular preguntas o hipótesis sobre algún fenómeno. - No suele utilizar argumentos físicos para respaldar sus hipótesis. - Necesita ayuda para deducir relaciones en sus observaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reflexión - Refracción <p>En lugar de plantearse una pregunta para tratar de responderla, explica un fenómeno en general o investiga sobre el funcionamiento de algún aparato.</p>

III. Selección de Objetivos

Al finalizar la unidad didáctica el estudiante tendría que haber desarrollado la capacidad de aplicar los principios de la óptica geométrica para explicar la formación de imágenes tanto en algunos desarrollos tecnológicos, como en fenómenos naturales.

Objetivos Generales (CTS):

Que los alumnos:

- Puedan explicar el funcionamiento de diversas tecnologías a través de sus fundamentos físicos.
- Desarrollen una capacidad crítica que les permita evaluar las consecuencias de las aplicaciones tecnológicas.
- Adquieran algunas de las habilidades relacionadas con el trabajo científico como: observar, medir, interpretar datos, controlar variables, formular hipótesis, comunicar, etc.
- Se familiaricen con el trabajo científico y reflexionen sobre la naturaleza de la ciencia.
- Tengan actitudes positivas hacia la ciencia

Objetivos Particulares (Óptica Geométrica)

Que los alumnos:

- Comprendan que para ver un objeto se requiere que la luz que el objeto emite o refleja, incida en el ojo.
- Utilicen diagramas de rayos para representar la trayectoria seguida por un haz de luz.
- Tracen la normal a una superficie y puedan medir los ángulos de incidencia, reflexión y refracción .
- Utilicen diagramas de rayos para explicar la formación de imágenes en espejos.
- Puedan aplicar la ley de la reflexión en diferentes situaciones
- Determinen que variables son importantes para que se produzca la refracción de la luz.
- Analicen en qué situaciones se presenta el fenómeno de reflexión total interna.
- Comprendan diferentes fenómenos en donde se presenta la refracción de la luz.
- Utilicen diagramas de rayos para explicar la formación de imágenes tanto en espejos cóncavos y convexos, como en lentes.

- Apliquen las leyes de la reflexión y la refracción para la construcción de diferentes instrumentos ópticos.

IV. Selección de Estrategias Didácticas

En la corriente de aplicación y diseño del enfoque CTS, se sugieren como actividades que:

- I. Los estudiantes diseñan y construyen un aparato con el fin de mostrar uno o varios principios físicos.
- II. Los estudiantes diseñan y construyen un aparato para llevar a cabo una tarea específica y que cumpla con ciertos requisitos (eficiencia, estética, amigable con el medio ambiente, etc.)
- III. Los estudiantes diseñan o modifican un aparato en respuesta a un problema social o ambiental.

Tomando en cuenta esto, se pidió a los estudiantes (como una actividad a desarrollar durante toda la intervención) que realizaran un proyecto para el final del periodo, el cual fue diferente en cada uno de los cursos que se impartieron:

Intervención	Proyecto
1	Construcción de un horno solar y aumentar la eficiencia cambiando alguno de sus elementos.
2	Construcción de algún aparato relacionado con la óptica
3	Proyecto de investigación, en este caso podían construir un aparato o plantear algún experimento para responder a una pregunta de investigación.

La idea en los tres casos era que los estudiantes se involucraran en un proceso de investigación para conectar los conceptos científicos con sus aplicaciones.

a) Programa Guía (Plan de Clase)

Clase 1

Objetivo Particular	Motivación. Mostrar el impacto de la tecnología en la medicina y despertar la curiosidad de los estudiantes sobre el endoscopio, para que ellos mismos se planteen preguntas y emitan hipótesis sobre su funcionamiento.	No. de sesiones: 1 Tiempo: 50 min
Descripción de la actividad		
<p>Los estudiantes trabajarán en equipos de 4 integrantes en los nuevos laboratorios de docencia de la Escuela Nacional Preparatoria.</p> <p>Se inicia la secuencia con la presentación de un video de 5 min. que muestra una endoscopia digestiva sin ninguna explicación de por medio. http://www.youtube.com/watch?v=vhESiM1emN0&feature=related</p> <p>Se pregunta a los alumnos sobre lo que vieron en el video y qué se necesita para obtener este tipo de imágenes. Después de los comentarios se presenta otro video de 3 min. en donde se explica como se realiza una endoscopia del tracto gastrointestinal superior y para qué sirve. http://www.youtube.com/watch?v=DanJzUi47zM&feature=relmfu</p> <p>Se cuestiona a los alumnos sobre las ventajas del uso de ésta tecnología sobre otras, su impacto en la práctica médica, si existen cuestiones éticas asociadas a su uso (o a su no uso) y sus posibles riesgos.</p> <p>A continuación los alumnos utilizarán Internet para investigar sobre los endoscopios (se les pide que a partir de lo que leyeron formulen 5 preguntas que consideren interesantes, como podrían ser: ¿Cómo funcionan? ¿de qué material están hechos? ¿dónde se localiza el receptor de la imagen? ¿Cuál es el futuro de los endoscopios? ¿quién inventó el endoscopio? etc. (25 min). Se anotan y discuten algunas de las preguntas para ver que algunas solo admiten una respuesta cerrada y otras pueden servir como preguntas de investigación y que</p>		

dan oportunidad a la formulación de hipótesis. (15 min).

De tarea se les solicita que consulten las páginas:

http://www.olympuslatinoamerica.com/spanish/ola_aboutolympus_endo_esp.asp

<http://medtempus.com/archives/la-asombrosa-evolucion-del-endoscopio-del-guia-de-luz-de-bozzini-a-la-pildora-arana-i/>

y hagan una línea de tiempo sobre la historia del endoscopio.

Para la construcción de la línea de tiempo pueden consultar las páginas:

<http://www.historiap9.unam.mx/documentos/4.pdf>

<http://www.slideshare.net/fase2historiasociales/lineas-del-tiempo4>

También se les pide material para construir una fibra óptica en la siguiente clase:

Botella de PET, lámpara, cortador de galletas, plastilina, cutter, tijeras, UHU o diurex (de preferencia con pegamento en las dos caras).

Evaluación

Se evaluará la línea de tiempo considerando los siguientes aspectos:

- Información
- Orden

Línea de tiempo	0 No aceptable	1 Insuficiente	2 Satisfactorio	3 Sobresaliente
Información	Errónea	Correcta pero limitada	Suficiente, pero no completa	Completa y adecuada
Orden	Sin orden cronológico	Con algunos errores cronológicos	Sin errores cronológicos, pero poco clara	Ordenada cronológicamente y clara

Clase 2

Objetivos Particulares	<ul style="list-style-type: none"> - Construir una fibra óptica de PET - Establecer los requisitos para poder “ver” un objeto 	No. de sesiones: 2 Tiempo: 100 min
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------

- Mostrar la necesidad de representar la trayectoria seguida por un haz de luz

Descripción de la actividad

En la primera parte de la sesión los alumnos, en equipos, construirán una fibra óptica con una botella de PET y responderán una serie de preguntas (ver instructivo en los materiales de aprendizaje). Es preferible que los estudiantes hayan cortado con anterioridad las tiras de plástico (punto I del procedimiento) para que haya suficiente tiempo para el desarrollo de la actividad.

Se discutirán las respuestas a las preguntas planteadas dentro de la actividad, es importante señalar que en las preguntas se promueve la formulación de hipótesis y su contrastación, como elementos importantes en la investigación científica. También se enfatiza el hecho de que el endoscopio tiene una fibra óptica, aquí de manera natural surge el cuestionamiento de ¿cómo viaja la luz? ¿para qué se requiere de la fibra óptica? y ¿qué se necesita para “ver” un objeto? En este punto se muestra un haz de láser y el hecho de que sólo se ve su trayectoria cuando se hace pasar a través de humo de cigarro o de polvo de gis y entonces se discuten las preguntas de Viennot (2002):

- ¿Cómo se ve un objeto? y
- La cuestión de las pantallas agujereadas



Finalmente se les cuestiona ¿Cómo se puede cambiar la dirección de un haz de luz? Y se les pide que propongan un experimento con el cual puedan desviar un haz de luz sin utilizar fibras ópticas.

Se discuten las respuestas y la viabilidad de los experimentos propuestos.

Tarea: Se pide a los estudiantes que hagan el experimento que propusieron para mostrarlo en la siguiente clase y que expliquen su funcionamiento.

Evaluación

Se evaluará la construcción de la fibra con la rúbrica de autoevaluación, en cuanto a las preguntas, se discutirán grupalmente las respuestas.

Clase 3

Objetivo Particular	Que los alumnos diseñen y presenten un experimento	No. de sesiones: 2 Tiempo: 100 min
Descripción de la actividad		
<p>Los alumnos analizarán los experimentos y por equipos discutirán sus observaciones, tratando de responder:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué fenómenos físicos se están presentando en cada experimento? - ¿Qué condiciones son importantes para que se presenten dichos fenómenos? En la medida de lo posible cada equipo tendrá la oportunidad de poner a prueba sus hipótesis y confrontarlas con las de los demás. - ¿Cuáles de los experimentos reproducen el comportamiento de la luz en una fibra óptica? ¿por qué? <p>Para finalizar la sesión se hará una discusión grupal.</p>		
Evaluación		
Se evaluará la presentación del experimento, que funcione y que se vea la desviación del haz.		

Clase 4

Objetivo Particular	Que los alumnos: <ul style="list-style-type: none"> • Utilicen diagramas de rayos para representar la trayectoria seguida por 	No. de sesiones: 2 Tiempo: 100 min
----------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------

	<p>un haz de luz.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tracen la normal a una superficie y puedan medir los ángulos de incidencia, reflexión y refracción. • Utilicen diagramas de rayos para explicar la formación de imágenes en espejos. 	
Descripción de la actividad		
<p>Al inicio de la clase se retoman algunos de los experimentos presentados en la clase anterior y se cuestiona a los estudiantes acerca de qué preguntas consideran importantes responder para entender el fenómeno de la reflexión. Surgen preguntas como: ¿cuándo se produce? ¿qué características tiene? ¿cómo se forman las imágenes en un espejo? y para tratar de responderlas los estudiantes realizarán la actividad de “Reflexión” (incluida en los Materiales de aprendizaje) y al finalizar se discutirán los resultados que obtuvieron y las respuestas a las preguntas.</p> <p>Esta actividad también tiene como propósito que los estudiantes vayan desarrollando algunas habilidades como el establecimiento de objetivos, el registro e interpretación de datos experimentales y formulación de conclusiones</p>		
Evaluación		
Se evaluará la actividad mediante la rúbrica diseñada para tal propósito		

Clase 5

Objetivo Particular	Que los alumnos puedan aplicar la ley de la reflexión en diferentes situaciones utilizando diagramas de rayos y sean capaces de argumentar (físicamente) la validez de una hipótesis.	No. de sesiones: 2 Tiempo: 100 min
Descripción de la actividad		
Los estudiantes resolverán en equipos los “ejercicios de reflexión” y al finalizar se discutirán las respuestas y los procedimientos seguidos.		

Es importante señalar que los ejercicios planteados no se resuelven aplicando una fórmula como si fuera una receta mágica, sino que requieren de la comprensión de los conceptos físicos, adicionalmente con algunas de las preguntas se trata de que vean que la física está presente en otras áreas.

Evaluación

Se evaluarán las respuestas tomando en cuenta las argumentaciones y el uso adecuado de los diagramas de rayos.

Clase 6

Objetivo Particular	Que los estudiantes comprendan la formación de imágenes en espejos cóncavos y convexos, y puedan recrearla a través de diagramas de rayos.	No. de sesiones: 2 Tiempo: 100 min
----------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------

Descripción de la actividad

Se inicia la actividad mostrando diferentes tipos de espejos (cóncavos y convexos) y se pide a los estudiantes que describan las imágenes que se forman. Es importante que observen que ocurre con las imágenes al acercar y alejar los espejos. Después de esto se cuestiona a los estudiantes sobre cómo se reflejan los rayos en este tipo de espejos y si se puede seguir aplicando la ley de la reflexión; puede servir cuestionarles sobre lo que ocurre cuando se tienen espejos planos muy pequeños distribuidos sobre una superficie curva.

A continuación se muestra experimentalmente que un haz de rayos paralelos converge en un punto al ser reflejados por un espejo cóncavo y divergen en el caso de un espejo convexo (pueden ponerse una serie de espejos planos siguiendo la misma curvatura, para mostrar que el fenómeno es el mismo). Aquí es importante que después de ver estas características de los espejos, ellos digan en dónde se utilizan (antenas parabólicas, faros de los coches, hornos solares, etc.) y qué cuestiones éticas o medioambientales se podrían abordar en las repercusiones sociales que han tenido dichas aplicaciones.

Posteriormente se resaltan los elementos importantes del espejo como: foco, centro del espejo y eje principal; así como lo que ocurre con la reflexión de algunos

rayos de luz particulares que servirán para mostrar por medio de diagramas de rayos como se forman las imágenes producidas por el espejo.

Se pide a los alumnos que utilicen el applet de la página <http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/OptGeometrica/index.htm> para que les ayude a visualizar la formación de los distintos tipos de imágenes en los espejos y después de que hayan interactuado con la aplicación, deberán hacer los diagramas de rayos correspondientes a cada tipo de espejo (Si no terminan en la clase podrán finalizar la actividad en casa)

Evaluación

Se evaluarán los diagramas de rayos.

Clase 7

<p>Objetivo Particular</p>	<p>Que los alumnos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Determinen las variables que son necesarias para que se produzca la refracción de la luz. - Tracen la normal a una superficie y puedan medir los ángulos de incidencia y refracción. - Analicen en que situaciones se presenta el fenómeno de reflexión total interna. - Investiguen aplicaciones de la refracción. 	<p>No. de sesiones: 2 Tiempo: 100 min</p>
<p>Descripción de la actividad</p>		
<p>Los alumnos, por equipos, llevarán a cabo la práctica de “refracción de la luz” (Incluida en los materiales de aprendizaje). Está práctica está diseñada para que los estudiantes se familiaricen con el fenómeno e identifiquen las variables importantes para que ocurra. Como la práctica es un poco larga, la discusión se hará en la siguiente clase. La última actividad de la práctica pueden hacerla en casa.</p>		
<p>Evaluación</p> <p>Se evaluarán las actividades y las respuestas a las preguntas.</p>		

Clase 8

Objetivo Particular	Aplicar la ley de la refracción en diferentes situaciones.	No. de sesiones: 2 Tiempo: 100 min
Descripción de la actividad		
Se discutirán las actividades realizadas en la clase anterior y algunas de las aplicaciones de la refracción. Se puede utilizar la presentación de “Refracción” como apoyo. Posteriormente se explicará lo que es el índice de refracción, para llegar a la formulación de la Ley de Snell. Se analizará cada uno de los términos de la ecuación y se verán las condiciones para que se presente la reflexión total interna. Si alcanza el tiempo, los alumnos, de forma individual o por equipos, resolverán los ejercicios de refracción, y si no será una actividad para la casa.		
Evaluación		
Se evaluarán los ejercicios, tomando en cuenta las explicaciones.		

Clase 9

Objetivo Particular	Utilizar los conceptos físicos (refracción de la luz) para entender la formación de imágenes en el ojo y crear conciencia sobre la importancia de mantener una salud ocular.	No. de sesiones: 2 Tiempo: 100 min
Descripción de la actividad		
Al inicio se presentará por medio de un esquema o de una maqueta, las partes del ojo y se hablará de su funcionamiento (se puede hacer uso de la presentación “El Ojo” para facilitar las explicaciones). Los estudiantes harán la disección de un ojo para identificar sus partes y se hablará de la refracción que sufre la luz al pasar por los distintos medios y cómo se forma la imagen en la retina, se explicará también la similitud entre el funcionamiento del ojo y una cámara fotográfica. Se hablará del punto cercano y el lejano. Asimismo, es importante discutir sobre las enfermedades o anomalías que pueden presentarse en el ojo, sus pruebas,		

tratamientos y la importancia de hacerse exámenes oculares de manera regular. Se puede utilizar la noticia: “Detectan con óptica las irregularidades de la córnea” como muestra de la tecnología que se está desarrollando para tratar problemas oculares. (La presentación y la noticia se encuentran incluidas en los materiales de aprendizaje)

Evaluación

Los estudiantes tomarán fotos de las partes del ojo mientras las van diseccionando y harán un cartel sobre alguna de ellas.

Clase 10

Objetivo Particular	Que los alumnos: <ul style="list-style-type: none"> - Utilicen diagramas de rayos para explicar la formación de imágenes en lentes delgadas. - Apliquen la ecuación de las lentes. 	No. de sesiones: 2 Tiempo: 100 min
Descripción de la actividad		
<p>Se mostrarán los diferentes tipos de lentes y sus características, se trazarán los rayos principales que se utilizan en los diagramas para la formación de imágenes (se puede ocupar el applet correspondiente a lentes delgadas que se encuentra en la página http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/OptGeometrica/index.htm y se pedirá a los alumnos que realicen los diagramas para algunas situaciones específicas. Posteriormente se obtendrá la ecuación para las lentes delgadas y se discutirán las ventajas o desventajas de su uso con respecto al diagrama de rayos. También se explicará lo que es el aumento y la potencia de una lente.</p>		
Evaluación		
Se evaluará con una actividad para la casa “Formación de imágenes en espejos y lentes”		

Clase 11

Objetivo Particular	Que los alumnos se planteen alguna pregunta y traten de responderla con un diseño experimental.	No. de sesiones: 2 Tiempo: 100 min
Descripción de la actividad		
<p>Se les proporcionarán a los alumnos lentes de diferentes tipos para que ellos observen físicamente el tipo de imágenes que se forman. Después los alumnos deberán plantearse una pregunta (relacionada con las lentes) y tratarán de responderla mediante un desarrollo experimental, puede darse el caso que solamente se les ocurra verificar la teoría, lo cual es válido, pero ellos deberán plantear el experimento, las variables que van a considerar, las mediciones que van a hacer y los resultados que esperan obtener, así como la manera de reportar la actividad. Otra opción es plantearles preguntas como: ¿Qué sucede con la imagen de un objeto producida por una lente, cuando se cubre un sector de la misma? Para que ellos formulen una hipótesis e intenten verificarla experimentalmente.</p>		
Evaluación		
Para evaluar la actividad se utilizará la “Rúbrica de evaluación de lentes”.		

Clase 12

Objetivo Particular	Que los alumnos construyan el diagrama de rayos correspondiente a un sistema de dos lentes.	No. de sesiones: 2 Tiempo: 100 min
Descripción de la actividad		
<p>Se pedirá a los alumnos que observen si hay algún cambio en las imágenes producidas por una lente cuando se agrega otra, ya sea convergente o divergente. Se analizará que es lo que ocurre en un sistema con dos lentes y se construirán los diagramas de rayos correspondientes al telescopio y al microscopio.</p> <p>Se discutirán los impactos de estas tecnologías en la sociedad y se les pedirá un ensayo de una cuartilla sobre la manera en que el microscopio o el telescopio han</p>		

cambiado a la humanidad.

En la siguiente clase se construirá un prototipo que puede ser un microscopio, un telescopio o una cámara, por lo que los alumnos deberán llevar el material correspondiente.

Evaluación

Se evaluará el ensayo considerando las ideas, ortografía y redacción

Ensayo	0 No aceptable	1 Insuficiente	2 Satisfactorio	3 Sobresaliente
Información	Errónea	Correcta pero limitada	Suficiente, pero no completa	Completa y adecuada
Ortografía	Más de 10 errores	Entre 5 y 10 errores	Menos de 5 errores	Sin errores
Extensión	2 cuartillas o más	1 ½ cuartilla	Poco más de una cuartilla	Máximo una cuartilla
Redacción	Párrafos completos copiados del original	Poco clara y sin coherencia	Clara pero sin suficiente coherencia	Clara y coherente

Clase 14

Objetivo Particular	Que los alumnos construyan el dispositivo, con base en sus conocimientos teóricos	No. de sesiones: 2 Tiempo: 100 min
Descripción de la actividad		
Los alumnos construirán el prototipo.		
Evaluación		
Que el prototipo funcione.		

Clase 15

Objetivo Particular	Que los alumnos expliquen su trabajo.	No. de sesiones: 2 Tiempo: 100 min
Descripción de la actividad		

Los alumnos expondrán su trabajo de investigación.
Evaluación
Se evaluará utilizando la rúbrica para el trabajo oral y escrito.

Clase 16

Objetivo Particular	Observar si hubo avances en su desempeño.	No. de sesiones: 2 Tiempo: 100 min
Descripción de la actividad		
Se aplicará el examen.		
Evaluación		

Clase 17

Objetivo Particular	Ver si hubo cambios con respecto al inicio del curso.	No. de sesiones: 2 Tiempo: 100 min
Descripción de la actividad		
Se revisará el examen, se darán calificaciones y se volverá a aplicar el examen diagnóstico.		

b) Materiales de aprendizaje

Fibra óptica de PET¹

Introducción

Las fibras ópticas son dispositivos que se utilizan en múltiples ámbitos, entre ellos las telecomunicaciones, para la transmisión de datos.

Material

Botella de PET (lisa), cortador de galletas, plastilina, linterna pequeña, cutter, diurex (de preferencia con pegamento en sus dos caras) y tijeras.

Procedimiento

- I. Corten la base y el cuello de la botella con el cutter. La parte restante (el cuerpo de la botella) córtelo con las tijeras en tiras delgadas (de aproximadamente 5 mm)



- II. Peguen las tiras en toda la superficie interior del cortador de galleta, con el diurex o con pegamento transparente, de tal manera que sobresalgan un poco del cortador (1 o 2 mm)

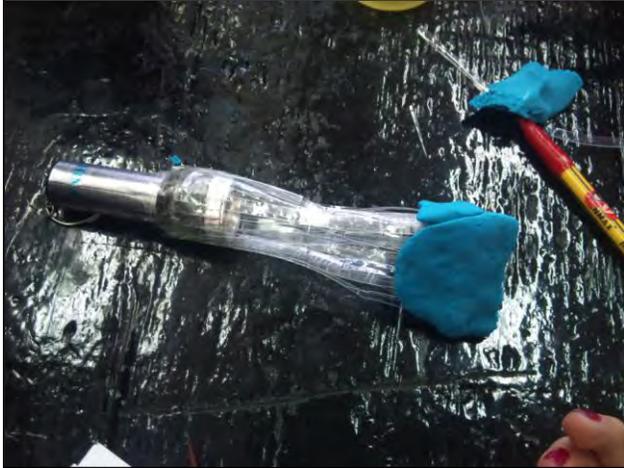
¹ Tomado de Fumiko Okiharu; *Simple and Beautiful Experiments by Physics Teachers and Students in Japan*, Fac. of Education, Niigata University.



III. Rellenen el interior del cortador con plastilina sin cubrir las tiras. Coloquen también plastilina en la parte externa del cortador.



IV. Unan con diurex la linterna al otro extremo de las tiras de PET y ¡listo!



Preguntas de reflexión

1. ¿Qué trayectoria sigue la luz de la linterna cuando la encienden?
2. Prueben si la luz viaja de la misma forma en el aire, dentro de una manguera transparente o en una barra de silicón. ¿Qué diferencias hay?
3. ¿Por qué creen que sucede esto?
4. Analicen detalladamente una fibra óptica comercial y otra de plástico rígido (de las que hay en el laboratorio) digan que similitudes y diferencias tienen entre sí y con la que acaban de construir.
5. ¿Qué sucede con la luz cuando se dobla una fibra? ¿no se supone que la luz viaja en línea recta?

6. Hagan un dibujo de cómo piensan ustedes que viaja la luz dentro de la fibra. Una vez concluido su dibujo, observen detalladamente la trayectoria que sigue el haz del láser dentro de la fibra rígida y compárenlo con su dibujo ¿qué diferencias hay? De ser necesario hagan otro dibujo en donde muestren la trayectoria observada.
7. ¿Qué variables consideran que son importantes para el funcionamiento de una fibra óptica? ¿por qué? ¿cómo pondrían a prueba sus hipótesis?
8. ¿Qué relación hay entre las fibras ópticas y los endoscopios?

Rúbrica de autoevaluación

Dimensión	Criterio de evaluación Los alumnos:	Nivel (1, 2, 3)
Construcción del prototipo	Tienen preparado su material.	
	Utilizan las herramientas y el material de laboratorio de manera apropiada.	
	Todos colaboran en la construcción del prototipo.	
	Logran que el prototipo funcione.	
Funcionamiento en el grupo durante la experimentación y discusión.	Cooperan con los demás miembros del equipo y participan en el trabajo de equipo.	
	Participan en las discusiones.	
	Muestran tolerancia hacia los demás miembros del equipo, así como a sus puntos de vista.	
Respuesta a preguntas	Responden correctamente las preguntas con un adecuado nivel cognitivo.	
	Responden con suficiente detalle, especialmente cuando se trata de dar una opinión o de tomar una decisión.	
	Usan apropiadamente el lenguaje científico.	

Reflexiones...

*Siempre fuiste mi espejo,
quiero decir que para verme tenía que mirarte.*

El hecho de que veamos nuestra imagen reflejada en un espejo, o la imagen de un paisaje reflejada en la quieta superficie de un lago, se puede explicar por el cambio de trayectoria que sufre la luz al incidir sobre una superficie "lisa" y reflejante. Cuando la luz incide sobre un objeto, éste puede hacer que cambie de dirección de tal manera que regrese al medio inicial, a este fenómeno se le conoce como reflexión.

A continuación se presentan una serie de actividades que deberán realizar para comprender mejor la reflexión de la luz. Para visualizar mejor este fenómeno les sugerimos utilizar haces de luz muy delgados o láseres, que les permitirán un mejor análisis.

Actividad 1

1. ¿Cómo se refleja la luz en un espejo?



Hagan incidir sobre el espejo el haz de luz de un láser. Muevan el láser hasta encontrar la mejor posición para observar el haz que sale, incide en el espejo y se refleja.

Tracen sobre una hoja el haz incidente, el plano del espejo y el haz reflejado. Tracen también una perpendicular al plano del espejo en el punto de incidencia (normal al espejo). Observen que el haz incidente y el reflejado aparentemente no parten del mismo punto ¿a qué se debe esto?

Midan los ángulos de incidencia y de reflexión (con respecto a la normal) para cada caso. Repitan todo el proceso para varios ángulos, procurando el rayo de luz incida siempre en el mismo punto. Hagan una tabla en la que anoten sus observaciones. Comparen sus resultados con los de los otros equipos. ¿qué conclusión general se puede obtener?. Comparen los resultados con las llamadas "leyes de la reflexión". Tomen algunas fotografías o video como evidencia.

Actividad 2

2. ¿Cómo se refleja la luz en un objeto cualquiera?

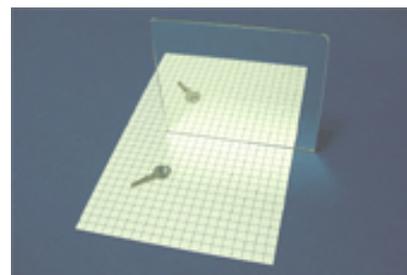
¿Qué pasa si en lugar de utilizar un espejo plano se utiliza otra superficie?, ¿se refleja la luz?, ¿en qué dirección?. Hagan el experimento utilizando varias superficies a diferentes ángulos. ¿Cuáles son los factores que influyen en el resultado: color, textura, tamaño,... ? Como resumen de esta parte vean el video:

<http://www.youtube.com/watch?v=6THGpyuhFK4>

Actividad 3

3. ¿Dónde se localiza la imagen formada por un espejo plano?

Sobre una hoja milimétrica o cuadriculada coloquen verticalmente un espejo de tal manera que su superficie coincida con alguna línea de la hoja, sin abarcarla totalmente. ¿Cómo es el tamaño de los cuadrados de la hoja, comparados con el tamaño de los cuadrado de la imagen?



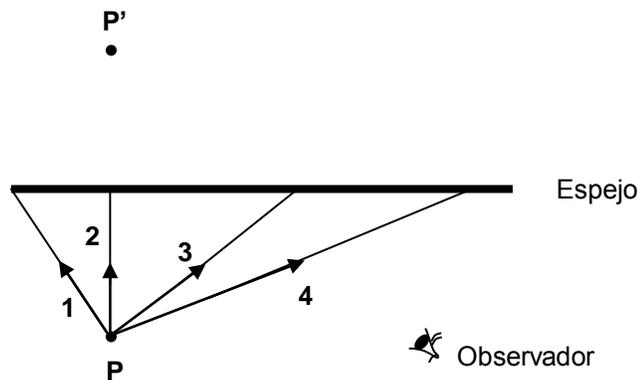
Coloquen un objeto delante del espejo y utilizando la cuadrícula determinen la ubicación de la imagen. Dibujen tanto al objeto como a su imagen. ¿Cómo es la distancia

a la que se encuentra el objeto del espejo, comparada a la distancia a la que se encuentra su imagen con respecto al mismo espejo? ¿Sucede siempre esto?, hagan varias pruebas.

Actividad 4

4. ¿Cómo se puede explicar la formación de imágenes en un espejo?

Marquen sobre la hoja cuadriculada el plano del espejo y dibujen un punto (**P**) separado del espejo en cualquier posición frente a él. Localicen su imagen y márkennla sobre la hoja (**P'**). Retiren el espejo. A partir del punto **P** tracen 4 líneas rectas que incidan sobre el espejo (**1**, **2**, **3** y **4**) como se muestra en la figura. Estas líneas representan los rayos de luz reflejados por el objeto (punto **P**) en diferentes direcciones.



Usando las leyes de la reflexión tracen los correspondientes rayos reflejados por el espejo (**1'**, **2'**, **3'** y **4'**). Prolonguen estos rayos reflejados hacia atrás del espejo mediante líneas punteadas. a) ¿En dónde se cortan? b) Para un observador situado en la posición que se indica, los rayos de luz reflejados por el objeto, ¿de dónde provienen? c) Con base en lo anterior, explica por qué la imagen del objeto se ubica detrás del espejo.

Actividad 5

5. ¿Cómo es la reflexión cuándo se tiene más de un espejo?

Unan dos espejos con diurex de forma que se puedan abrir y cerrar como un cuaderno. Pongan las partes plateadas hacia adentro.

- Coloquen los espejos formando diferentes ángulos, pongan un objeto entre los espejos y cuenten el número de imágenes que se pueden observar. ¿Hay algún ángulo en el que se pasa de 1 a 2 imágenes, de 2 a 3, de 3 a 4...? Traten de definir una regla que prediga el número de imágenes que se pueden formar a los diferentes ángulos.
- ¿Cuántas imágenes tendríamos si los espejos estuvieran paralelos (uno frente al otro)? Traten de colocar dos espejos paralelos y observen entre ellos. Inclinen un poco los espejos hacia adentro y observen. ¿Cambia algo?
- Coloquen los espejos formando un ángulo de 90° . Observen detenidamente las imágenes que se forman, ¿encuentran alguna peculiaridad? Comparen la imagen del centro con las otras dos. ¿Por qué se ve diferente?

Actividad 6

6. ¿Qué es la inversión especular?

En un acetato dibujen una carátula circular de un reloj (con números).

- a) Obsérvenla de frente al espejo, ¿qué diferencia hay entre el objeto que ustedes ven y su imagen? ¿qué quiere decir inversión especular?
- b) Leonardo da Vinci es considerado por muchos el prototipo del hombre renacentista: artista, científico e ingeniero. Leonardo también gustaba de escribir crípticamente y en algunas de sus notas se han encontrado textos con “escritura de espejo” como la que se muestra en la siguiente frase:

La reflexión nunca ocurre en el agua

- La lectura se puede facilitar, utilizando un espejo, ¿en dónde lo tienen que colocar?
- ¿Qué dice?
- Escribe algo utilizando este tipo de escritura

Para la casa

Actividad 7

Respondan: ¿Qué condiciones son necesarias para que se produzca reflexión de la luz? Justifiquen su respuesta

Actividad 8

Consideren un objeto cerca de un espejo como se muestra en la figura.



- a) Utilizando un diagrama de rayos, muestren la región enfrente del espejo en donde un observador pueda ver al objeto. Pueden consultar la página <http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicalInteractiva/OptGeometrica/index.htm> En la parte de **Espejos** ubíquense en **Campo visual**, lean lo que dice y “jueguen” con el applet.
- b) Expliquen por qué se utilizan únicamente dos rayos para determinar el campo visual
- b) ¿cuándo se obtiene el mayor campo visual dado por el espejo?
- c) ¿qué sucede con el campo visual a medida que mueven la fuente hacia la derecha o hacia la izquierda?
- d) ¿por qué sucede esto?

Actividad 9

Aplicaciones

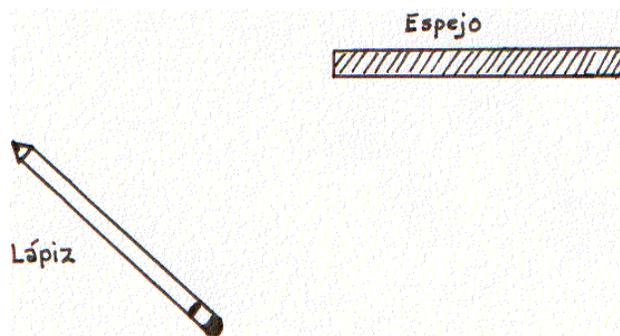
Construyan algún dispositivo que tenga como principio básico la reflexión de la luz (caleidoscopio, periscopio, alcancía mágica, etc.) y hagan un esquema que les permita explicar su funcionamiento empleando las leyes de la reflexión.

Reflexiones...

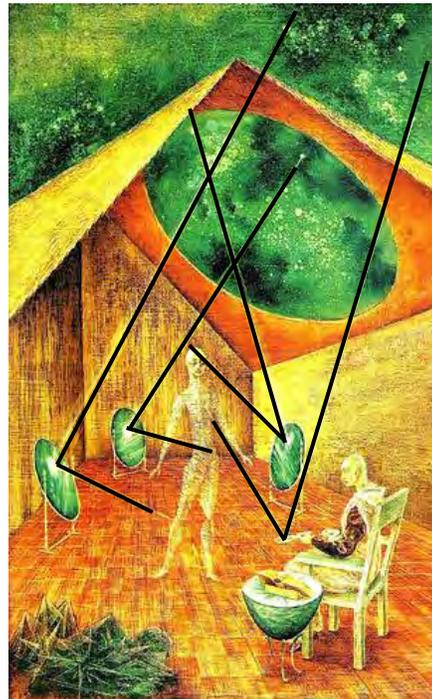
*...Ya todo está. Los miles de reflejos
que entre dos crepúsculos del día
tu rostro fue dejando en los espejos
y los que irá dejando todavía...
Jorge Luis Borges*

1. Consideren un lápiz cerca de un espejo como se muestra en la figura. Indicar, por medio de un diagrama de rayos, la región enfrente del espejo donde un observador pueda ver:

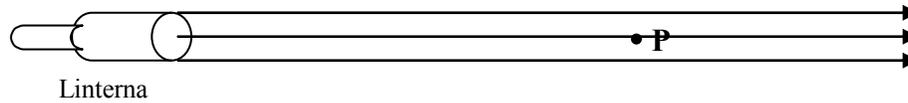
- La imagen de la punta del lápiz
- La imagen de la goma
- La imagen del lápiz completo



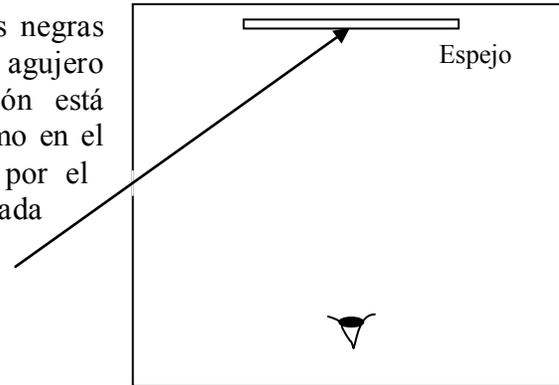
2. El arte y la ciencia se entremezclan constantemente para dar lugar a verdaderas obras maestras. En las siguientes pinturas, los artistas utilizan espejos como parte importante de la obra. Analicen las imágenes y verifiquen si en cada uno de los espejos mostrados se cumplen o no las leyes de la reflexión. Justifiquen sus respuestas.



3. Se necesita que el haz de luz que sale de la linterna ilumine al objeto que se muestra en la figura. Indiquen como colocarían un espejo plano en el punto **P** para lograr el objetivo.



4. En una habitación oscura y con paredes negras penetra un rayo de luz a través de un agujero como indica la figura. Si la habitación está completamente limpia, sin polvo ni humo en el aire, ¿podríamos ver la luz que entra por el agujero si miramos en la dirección indicada por el ojo? Justifiquen su respuesta



5. Clara, una estudiante de preparatoria, formula la siguiente hipótesis: “La fracción de la imagen que es visible en un espejo plano, depende del tamaño del espejo” ¿Qué opinan ustedes al respecto? Justifiquen su respuesta.

Diseñen un experimento para probar o refutar la hipótesis de Clara. Describan el experimento especificando las variables que consideran importantes, el por qué de estas variables y las mediciones que harán. Realicen el experimento y recolecten los datos necesarios. Digan a que conclusión llegaron. Expliquen el resultado mediante un diagrama de rayos.

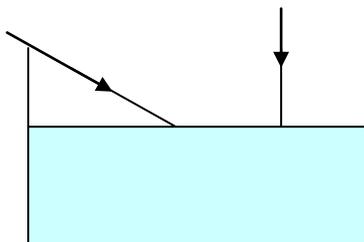
6. Las aplicaciones físicas también se han empleado con fines bélicos. Algunos aviones militares tienen superficies muy angulosas para no ser detectados por los radares. Explica este hecho en términos de la reflexión.



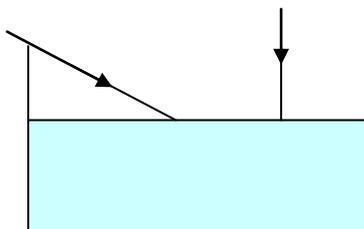
Refracción de la luz

*Destrozó el cristal de mis gafas de lejos
Sacó del espejo su vivo retrato..
Joaquín Sabina*

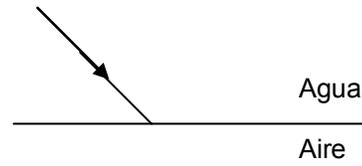
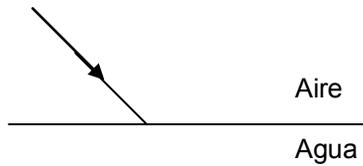
1. En el siguiente diagrama se ilustran dos rayos de luz incidiendo sobre la superficie del agua contenida en un recipiente. Dibujen la trayectoria que ustedes creen que seguirá cada uno de los rayos dentro y fuera del recipiente y expliquen el por qué de su predicción (**OJO:** solamente consideren los rayos transmitidos y no los reflejados por la superficie).



2. Realicen el experimento y dibujen la trayectoria observada

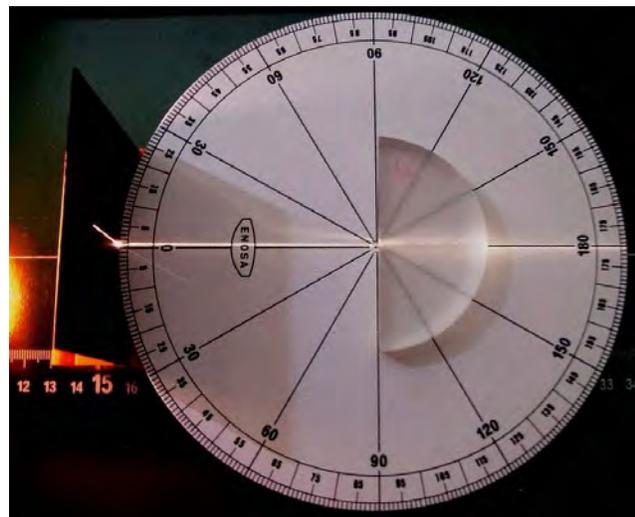


- a) ¿Coincide con lo que habían pensado?
 - b) Si no, digan en que difiere y expliquen por que se dio la diferencia (¿qué elementos piensan que les faltó considerar?)
3. a) ¿Hay alguna diferencia entre las trayectorias que sigue la luz cuando el recipiente tiene agua y cuando no la tiene? ¿cuál es esa diferencia?
b) ¿Un cambio en el líquido del recipiente puede afectar el comportamiento de la luz?. Prueben varios líquidos y describan sus observaciones. Hagan un dibujo en donde se muestre lo que sucede.
Para apreciar mejor los cambios pueden utilizar el simulador de la página <http://phet.colorado.edu/en/simulation/bending-light>
 4. ¿Cómo se debe colocar el haz para obtener su máxima desviación?, ¿Y para obtener la mínima? (Hagan un dibujo). Si tienen dudas, observen el video: <http://www.youtube.com/watch?v=2kBOqfS0nmE&feature=related> o vuelvan a utilizar el simulador <http://phet.colorado.edu/en/simulation/bending-light>
 5. En los siguientes esquemas se muestra la trayectoria de un rayo de luz al incidir sobre la superficie del agua contenida en un recipiente. Dibujen la trayectoria aproximada del rayo en el agua. Utilizando una línea punteada, dibujen la trayectoria que la luz hubiera seguido de no haberse refractado y la normal a la superficie. Estos esquemas deben de estar de acuerdo con las observaciones. Si hay alguna duda repitan las observaciones.



6. Coloquen una moneda, pegada con plastilina en el fondo de un recipiente poco profundo, de forma que mirando por el borde no la lleguen a ver. Pidan a uno de sus compañeros que añada agua en el recipiente. Describan lo que sucede y expliquen. Vuelvan a poner la moneda en el recipiente. Observen su tamaño, añadan agua y comparen el tamaño aparente. ¿Cómo es?. Expliquen.
7. De acuerdo con sus observaciones respondan:
- ¿Qué se necesita para que la luz se refracte? O en otras palabras, ¿de qué depende la refracción de la luz?
 - Si la luz incide de un medio transparente a otro ¿cuáles son las condiciones para que **no** se transmita?

8. a) Hagan incidir un haz de luz sobre un semicírculo de vidrio como se muestra en la figura.



- Midan el ángulo de incidencia y el ángulo de refracción con respecto a la normal del diámetro del semicírculo.
- Tomen diferentes medidas, haciendo variar el ángulo de incidencia.
- Elaboren una tabla que contenga los siguientes datos:

q_i	q_r	$\text{sen } q_i$	$\text{sen } q_r$
-------	-------	-------------------	-------------------

- Utilizando los datos que obtuvieron, grafiquen $\text{sen } q_i$ en función del $\text{sen } q_r$.
- De acuerdo con la gráfica que obtuvieron ¿cómo depende el $\text{sen } q_i$ del $\text{sen } q_r$? Escriban la ecuación.

Si no cuentan con el material, tomen las medidas apoyándose en el video

<http://www.youtube.com/watch?NR=1&v=8VZHym6HqVU> o en la simulación de <http://phet.colorado.edu/en/simulation/bending-light>

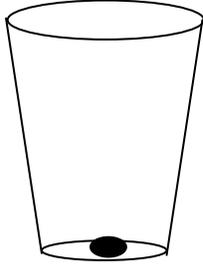
Tarea: Escribir la ley de la refracción e investigar una aplicación de la refracción de la luz

Tarea sobre la refracción de la luz

*El experimentador que no sabe lo que está buscando
No comprenderá lo que encuentra
Claude Bernard*

1. Una moneda está en el interior de un vaso de unicel vacío, como se muestra en la figura ¿cuál de los observadores puede ver el borde izquierdo de la moneda? Justifica tu respuesta.

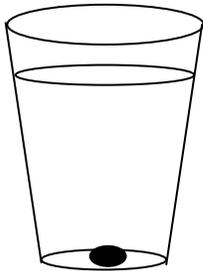
- ▷ Observador A
- ▷ Observador B



- a) Ninguno la ve
- b) El observador A
- c) El observador B
- d) Los dos la ven

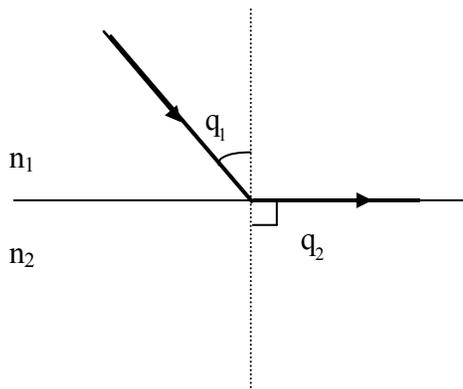
2. Si ahora se agrega agua al interior del vaso (sin que la moneda se mueva) ¿qué cambio se producirá en la observación? Justifica tu respuesta.

- ▷ Observador A
- ▷ Observador B



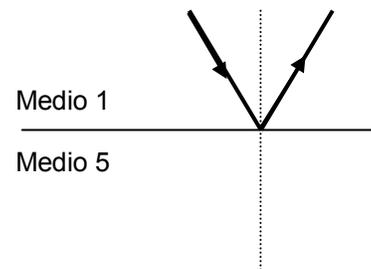
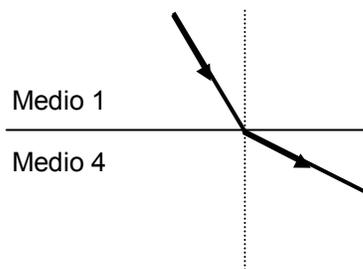
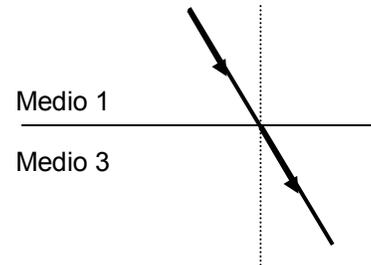
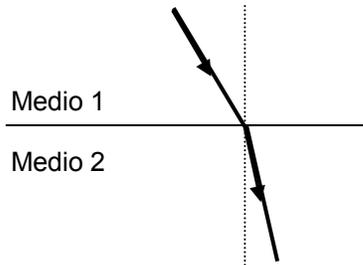
- a) La observación no se verá modificada al agregar el agua.
- b) El observador A verá una mayor porción de la moneda.
- c) El observador B dejará de ver la moneda
- d) Ninguno de los observadores podrá ver la moneda.

3. La Ley de la refracción o Ley de Snell se expresa matemáticamente como: $n_1 \text{sen} q_1 = n_2 \text{sen} q_2$ donde n_1 es el índice de refracción del primer medio, q_1 el ángulo de incidencia; n_2 es el índice de refracción del segundo medio y q_2 es el ángulo de refracción. ¿Cómo tendría que ser n_1 , con respecto a n_2 , para que el rayo incidente sufriera una refracción como la mostrada en la figura? Justifica tu respuesta.



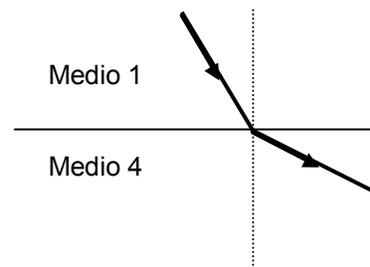
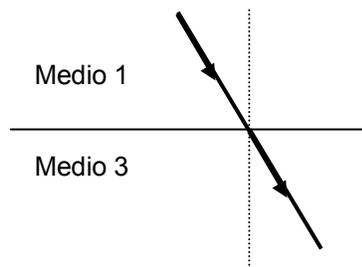
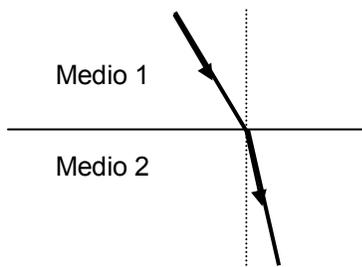
- a) $n_1 < n_2$
- b) $n_1 = n_2$
- c) $n_1 > n_2$
- d) No es posible

4. Las siguientes imágenes representan la trayectoria de un rayo luminoso que pasa de un medio 1 a otro distinto. De acuerdo con ellas, ¿cuáles medios tienen el mismo índice de refracción: Justifica tu respuesta.



- a) Los medios 1 y 2 b) Los medios 1 y 3 c) Los medios 1 y 4 d) Los medios 1 y 5

5. Las siguientes imágenes representan la trayectoria de un rayo luminoso que pasa de un medio 1 a otro distinto. De acuerdo con ellas, ¿cuál es el medio con mayor índice de refracción? Justifica tu respuesta.



- a) El Medio 1 b) El Medio 2 c) El Medio 3 d) El Medio 4

6. Determina el índice de refracción del semidisco transparente que aparece en el video <http://www.youtube.com/watch?NR=1&v=8VZHym6HqVU>, explica como llegaste al resultado y busca en alguna tabla que contenga valores de índices de refracción, a que material corresponde.

El Ojo

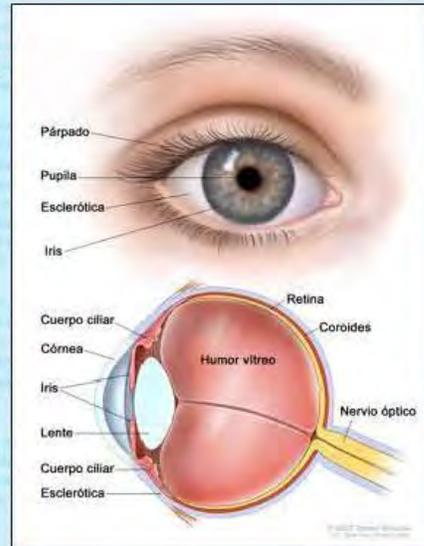
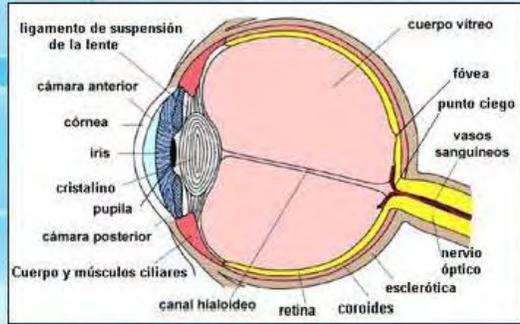


El Ojo

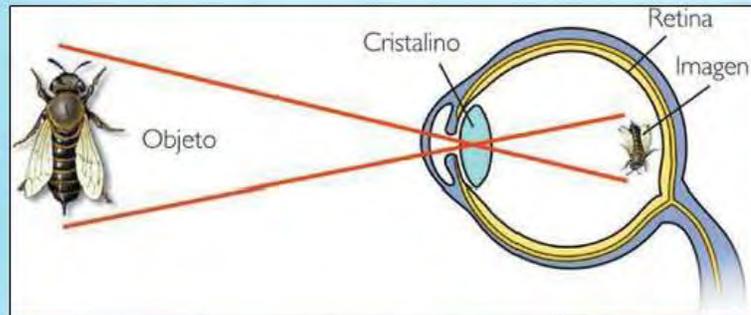


C	Q	A	R	I
En esta columna anoten lo que conocen sobre el tema	En esta columna escriban lo que quieren conocer	En esta columna anoten lo que aprendieron	En esta columna hagan una reflexión sobre el tema (¿Para qué les sirve?)	En esta columna hagan un dibujo sobre el tema

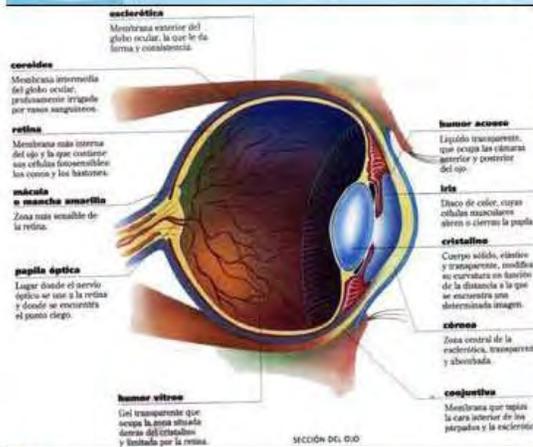
Anatomía



Formación de imágenes en el ojo



Partes del Ojo



Disección del ojo



- I. Quitar la grasa y el músculo alrededor del ojo
- II. Examinar cuidadosamente el ojo e identificar algunas de sus partes. Tomar fotografías (las que sean necesarias)





III. La córnea es la membrana semitransparente que cubre a la pupila y al iris. Con el bisturí hagan una incisión en esta membrana alrededor del iris y corten hasta que salga un líquido claro (humor vítreo).

Separen cuidadosamente la córnea y observen que tiene un aspecto opaco. En el caso de que el ojo perteneciera a un animal vivo, la córnea (sana) debería ser transparente.

Si hacen incisiones en la córnea escucharán pequeños crujidos, esto se debe a que está compuesta de varias capas de tejido claro, grueso y fuerte que sirve para proteger al ojo

El Iris

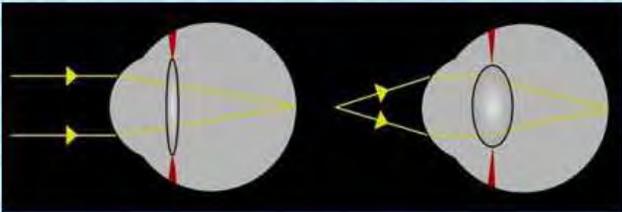


IV. A continuación desprendan el iris, que es la parte colorida del ojo. El iris es un músculo que regula el tamaño de la pupila, controlando de ésta manera la cantidad de luz que entra al ojo. Prueben iluminar con una lámpara el ojo de alguno de los integrantes del equipo, digan que ocurre y por qué.



La lente del ojo: El cristalino

V. Detrás de la pupila y sobre una capa de gel transparente (humor vítreo), se localiza el cristalino (el "lente" del ojo), que tiene una estructura sólida, flexible y transparente que le permite modificar su curvatura para enfocar en la retina las imágenes tanto de cuerpos cercanos como lejanos.




El ojo
 El sistema óptico encargado de la visión. En su funcionamiento, es similar a una cámara fotográfica, con un sistema de lentes para la captación y controlador de la cantidad de luz y un mecanismo de detección. Para poder ver, primero la luz pasa a través de la cámara, pasando en forma de copula que cubre la parte delantera del ojo o refracta la luz que entra al ojo. Luego, el iris de que regula el tamaño de la pupila, la apertura que controla que entra al ojo. Detrás de la pupila está el cristalino (en la parte clara del ojo). La luz llega al cristalino el cual se refracta en la retina. La retina es un tejido delgado, delicado, que contiene fotorreceptores especializados que convierten en señales eléctricas. Estas señales eléctricas viajan y entonces viajan a la retina del ojo al cerebro a través de un nervio que está compuesto por más de un millón de fibras que se "venimos" con nuestros cerebros; los ojos recolectan y comienzan este complejo proceso.

Coloquen el cristalino sobre las letras de un periódico y vean a través de él las palabras escritas

¿Qué observan? ¿cambia su observación si aplastan un poco el cristalino? ¿cómo?

Ahora sostengan el cristalino frente a ustedes y traten de ver a través de él. ¿Qué observan? Si comprimen un poco el cristalino ¿se modifica su observación? Expliquen

La retina

VI. Después de quitar el humor vítreo observen la membrana que cubre el interior del globo ocular: la retina.

En la retina se encuentran las células fotosensibles (conos y bastones) que convierten la luz en señales eléctricas que viajan al cerebro a través del nervio óptico. Nosotros "vemos" con nuestros cerebros, que nos proporcionan una imagen mental del mundo, gracias a la información recolectada en la retina



Coroides

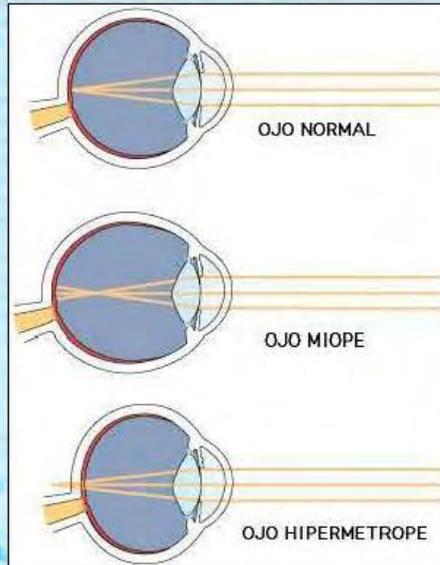


VII. Debajo de la retina se encuentra la coroides, que en algunos animales tiene un color azul brillante (tapetum) que sirve para reflejar la luz en el interior del ojo.

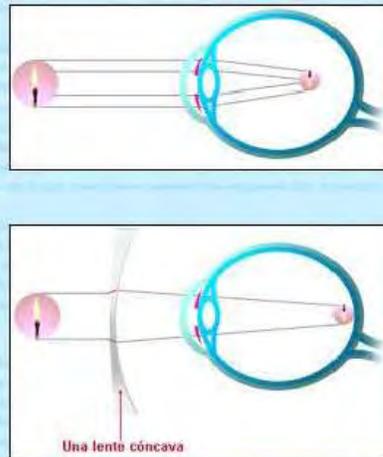
La función de la coroides es mantener la temperatura constante y nutrir algunas estructuras

En los humanos la coroides es de color oscuro debido a la presencia de melanina y a una alta concentración de vasos sanguíneos, esto ayuda a absorber la luz e impedir su reflexión.

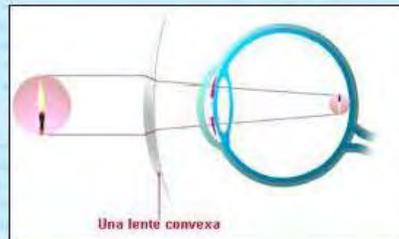
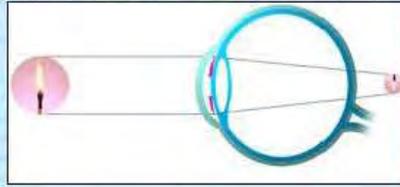
Defectos de la visión



Corrección de la miopía



Corrección de la hipermetropía



Preguntas de reflexión

1. ¿Por cuántos "medios" atraviesa la luz en el ojo antes de llegar a la retina?

2. ¿Qué efecto produce en la luz un cambio de medio?

3. ¿Qué parte del ojo consideran que tiene una mayor potencia óptica? Justifiquen su respuesta

Artículo

DETECTAN CON ÓPTICA IRREGULARIDADES DE LA CÓRNEA

• Yobani Mejía Barbosa, físico de la Universidad Nacional de Colombia, desarrolló un equipo dotado con fibra óptica y una serie de 252 agujeros ordenados, por donde pasa la luz una vez que el aparato se dirige a los ojos de un paciente • De visita en la UNAM, explicó que estudia el patrón de los rayos luminosos que atraviesan por los agujeros tras acercarse al órgano del paciente, y luego los analiza con una serie de ecuaciones, para identificar con precisión las zonas irregulares de la córnea

Para detectar irregularidades en la superficie o topografía de la córnea relacionadas con enfermedades oculares como la miopía, el astigmatismo y la hipermetropía, los físicos aportan a la medicina métodos diagnósticos que miden con gran precisión esa capa transparente, ubicada en la parte más externa del ojo.

Lentes naturales de gran plasticidad y eficiencia, los ojos son ejemplo de la óptica en la naturaleza. Las córneas translúcidas permiten el paso de la luz externa y en ellas ocurre en gran medida el proceso de refracción, responsable de la capacidad de enfocar lo que se ve.

Un novedoso método para evaluar su superficie ha sido desarrollado por Yobani Mejía Barbosa, físico de la Universidad Nacional de Colombia que, de visita en la UNAM, ofreció una charla sobre su prototipo, en el seminario mensual del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET).

Con el uso de un proceso de metrología óptica llamado Prueba de Hartmann, que se emplea para evaluar los espejos de los telescopios y reproduce, a través de una rejilla, puntos de luz que ubican cada parte de la superficie corneal, para mostrar en un gráfico regiones irregulares de la córnea, Mejía Barbosa desarrolló un equipo dotado con fibra óptica y una serie de 252 agujeros ordenados (parecidos a gotas), por donde pasa la luz, una vez que el aparato se dirige a los ojos de un paciente.

Su propuesta avanza el popular método de Anillos de Plácido, con el que oftalmólogos y optometristas estudian la superficie corneal, una vez que un cono anillado se acerca al órgano y es registrado por una cámara digital.

En lugar de anillos que reproducen en una pantalla la superficie de la córnea, utiliza la luz estructurada que pasa por su instrumento.

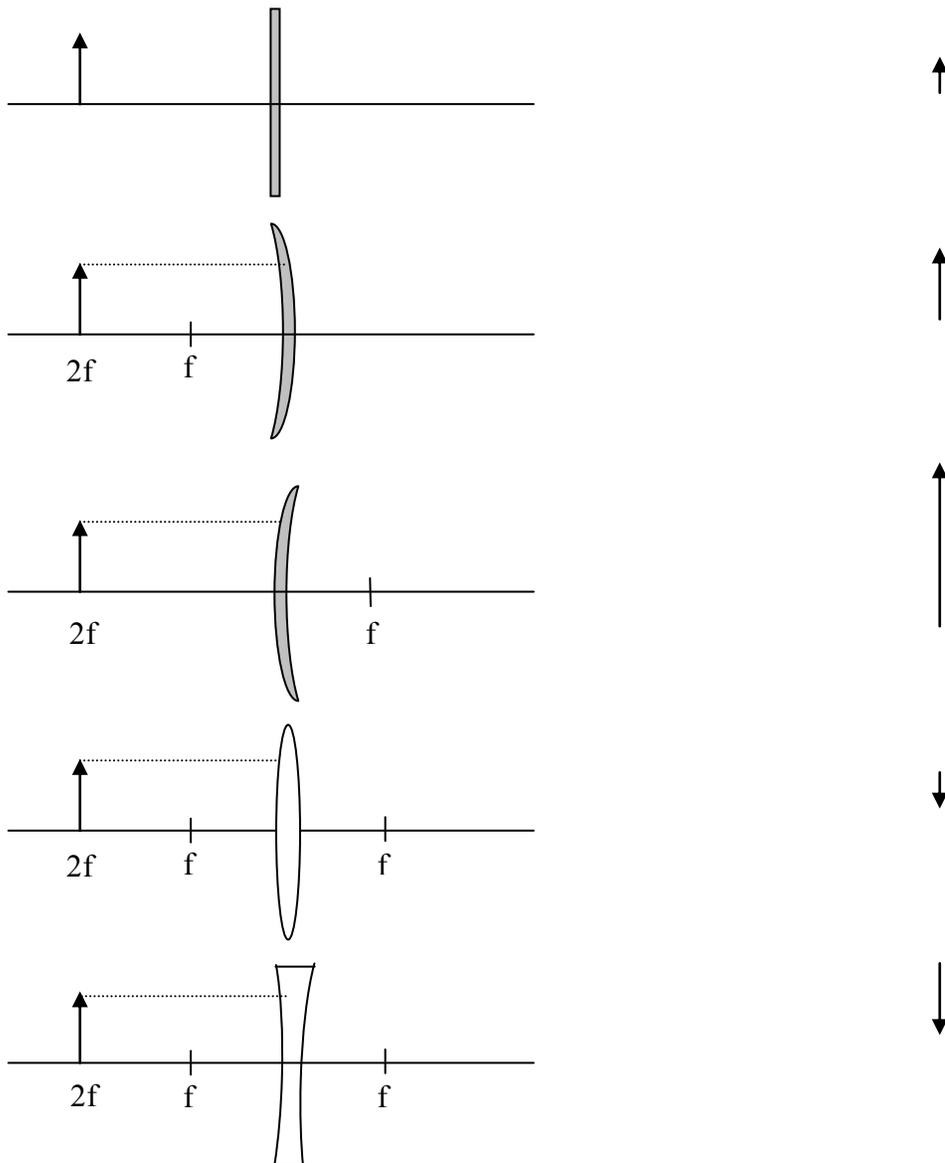
En su diagnóstico, estudia el patrón de los rayos luminosos que atraviesan por los agujeros tras acercarse al ojo del paciente, y luego los analiza con una serie de ecuaciones, para identificar con gran precisión las zonas irregulares de la córnea, que provocan aberraciones en su actividad.

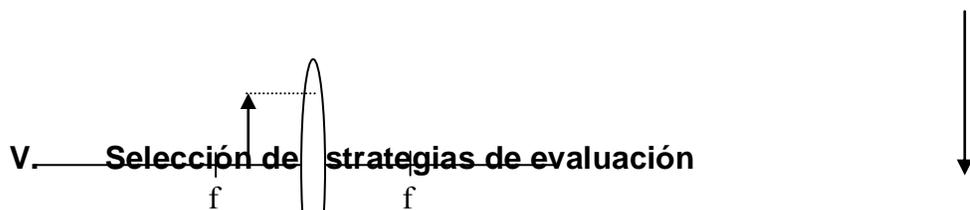
Mejía Barbosa fue presentado en el CCADET por el investigador Rufino Díaz Uribe, también especialista en óptica aplicada a la oftalmología, y quien ha desarrollado desde hace décadas un equipo propio, llamado queratopógrafo láser.

Óptica Geométrica Formación de imágenes en espejos y lentes

Instrucciones: En la columna del lado izquierdo se muestran múltiples disposiciones de un mismo objeto con diferentes lentes y espejos. La flecha representa el objeto y f la distancia focal.

En la columna del lado derecho se muestran en desorden las posibles imágenes obtenidas en los diferentes arreglos, tu tarea es unir mediante una línea la imagen que corresponde a cada disposición, considerando que una misma imagen puede ser producida por dos arreglos distintos. Para ello debes encontrar la imagen con el diagrama de rayos que corresponde a cada disposición.





Contenido de evaluación	Fase del desarrollo de la unidad didáctica	Estrategia o instrumento de evaluación
<ul style="list-style-type: none"> - Diagnóstico de ideas previas sobre la luz. - Exploración de ideas sobre el endoscopio. 	Fase Inicial. Explicitación de ideas.	Cuestionario individual Trabajo en grupos y experimento de tarea.
<ul style="list-style-type: none"> - Evolución del conocimiento sobre la reflexión y la refracción de la luz. 	Fases de nuevo conocimiento y aplicación.	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis y valoración de las hojas de trabajo realizadas en grupo. - Ejercicios individuales en momentos seleccionados. - Seguimiento de libretas en forma periódica. - Diseños experimentales. - Elaboración de póster sobre los hornos solares.
<ul style="list-style-type: none"> - Cambio conceptual 	Fase de revisión	<ul style="list-style-type: none"> - Contraste con el cuestionario inicial. - Ejercicios generales de la unidad.
<ul style="list-style-type: none"> - Motivación e interés. 	Todas las fases	<ul style="list-style-type: none"> - Observación sistemática de la participación del alumno.
<ul style="list-style-type: none"> - Rentabilidad para el aprendizaje. 	Fases de nuevos conocimientos, aplicación y revisión.	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de la utilidad de las actividades a partir de los resultados obtenidos por los alumnos. - Valoración de los alumnos de las dificultades encontradas.
<ul style="list-style-type: none"> - Adecuación temporal 	Al terminar cada fase	<ul style="list-style-type: none"> - Contraste entre el tiempo previsto y el real
<ul style="list-style-type: none"> - Claridad y 	Todas las fases	<ul style="list-style-type: none"> - Observación

comprensión de los materiales.		sistemática del grado de autonomía de trabajo que facilitan a los alumnos. - Opinión de los alumnos
--------------------------------	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------

Bitácora de Investigación

Actividad	Fecha	Observaciones
Identificación del problema o fenómeno a tratar (Hechos).		
Pregunta de Investigación		
Justificación		
Hipótesis		
Conceptos Necesarios		
Metodología		
Conclusión		
Elaboración y diseño del material para su presentación.		
Presentación		

Bitácora de Investigación Horno Solar

Actividad	Fecha	Observaciones
Búsqueda bibliográfica sobre los diferentes tipos de hornos solares (ventajas y desventajas).		
Elección del modelo para construcción.		
Justificación		
Construcción (tomar en cuenta: estética y uso de materiales que sean amigables con el ambiente).		
Identificación de las variables relevantes para su funcionamiento.		
Modificación de alguna(s) de las variables para mejorar su eficiencia.		
Balance Costo-beneficio		
Conclusiones		
Presentación (cocinar algo)		

Rúbrica de Reflexión

*Siempre fuiste mi espejo,
quiero decir que para verme tenía que mirarte
Julio Cortázar*

En la práctica de **reflexión de la luz** han realizado una serie de actividades encaminadas a la comprensión de éste fenómeno, ahora para hacer el reporte tomen en cuenta lo siguiente.

1. Digan con sus palabras cuál es el objetivo de cada actividad (excepto 7 y 8).
2. Expliquen con detalle que hicieron para conseguir dicho objetivo. Si es el caso incluyan hipótesis, imágenes, diagramas, tablas, ecuaciones, etc.
3. Den respuesta a las preguntas planteadas dentro de la actividad. Si durante el desarrollo les surgieron cuestionamientos, también pueden plantearlos.
4. Elaboren una conclusión (excepto 7 y 8).
5. Hagan una crítica sobre la actividad: ¿es clara? ¿cómo se podría mejorar? ¿es útil? Etc.

A continuación se presenta la rúbrica que se utilizará para evaluar el reporte:

Habilidad Científica		Ausente 0	Inadecuada 1	Necesita alguna mejora 2	Adecuada 3
I	Establecer el objetivo de la actividad.	No saben el propósito de la actividad.	Plantean vagamente el propósito.	Saben cual es el propósito pero no lo plantean en forma clara.	Saben cual es el propósito y lo plantean de forma clara.
II	Comunicar los detalles de un procedimiento experimental clara y completamente	No existe procedimiento experimental o es extremadamente vago. No incluyen imágenes o diagramas para explicar dicho procedimiento.	En el procedimiento experimental faltan detalles importantes y las imágenes o diagramas no son claros.	Hay algunas omisiones en el procedimiento experimental o en las imágenes o diagramas.	Las imágenes o diagramas y el procedimiento experimental son claros y completos.
III	Registrar y representar los datos experimentales.	Los datos están ausentes o son incomprensibles.	Algunos datos están ausentes o son incomprensibles.	Los datos importantes están presentes pero el registro no es claro.	Todos los datos están presentes, organizados y registrados claramente.
IV	Interpretación de datos	No hacen ningún intento por interpretar los datos.	La interpretación que hacen es irrelevante o inconsistente	La interpretación tiene algunos errores u omisiones.	La interpretación representa la tendencia relevante de los

			con los datos.		datos.
V	Construcción de diagramas de rayos	No construyen una representación	Los rayos que son dibujados en la representación no siguen el patrón correcto. El objeto o la imagen pueden estar localizados en una posición equivocada.	En los diagramas hay ausencia de características clave pero no contiene errores.	Los rayos están correctamente dibujados con flechas y los diagramas contienen al menos dos rayos. El objeto y su imagen se localizan en la posición correcta.
VI	Respuesta a Preguntas	No responden las preguntas	No responden correctamente las preguntas.	Responden correctamente las preguntas, pero sin justificar sus respuestas.	Responden correctamente con suficiente detalle, especialmente cuando se trata de dar una opinión o tomar una decisión.
VII	Formular conclusiones de la actividad	No formulan ninguna conclusión.	Hacen conclusiones triviales o sin ninguna relación con la actividad.	Las conclusiones tienen que ver con la actividad, pero son poco claras.	Dan conclusiones apropiadas a partir de la actividad realizada.
VIII	Construcción de un prototipo	No construyen ningún prototipo	El prototipo construido no funciona.	El prototipo no funciona correctamente.	El prototipo funciona.

Rúbrica de Lentes

Habilidad Científica		Ausente	Inadecuada	Necesita alguna mejora	Adecuada
		0	1	2	3
I	Establecer el objetivo de la actividad	No saben el propósito de la actividad.	Plantean vagamente el propósito.	Saben cual es el propósito pero no lo plantean en forma clara	Saben cual es el propósito y lo plantean de forma clara.
II	Identificar las variables relevantes	No consideran ninguna variable.	Las variables consideradas no tienen relación entre si.	Omiten alguna de las variables.	Toman en cuenta las variables relevantes para su experimento.

III	Comunicar los detalles de un procedimiento experimental clara y completamente	No existe procedimiento experimental o es extremadamente vago. No incluyen imágenes o diagramas para explicar dicho procedimiento.	En el procedimiento experimental faltan detalles importantes y las imágenes o diagramas no son claros.	Hay algunas omisiones en el procedimiento experimental o en las imágenes o diagramas.	Las imágenes o diagramas y el procedimiento experimental son claros y completos
IV	Registrar y representar los datos experimentales.	Los datos están ausentes o son incomprensibles.	Algunos datos están ausentes o son incomprensibles.	Los datos importantes están presentes pero el registro no es claro.	Todos los datos están presentes, organizados y registrados claramente.
V	Interpretación de datos.	No hacen ningún intento por interpretar los datos.	La interpretación que hacen es irrelevante o inconsistente con los datos.	La interpretación tiene algunos errores u omisiones.	La interpretación representa la tendencia relevante de los datos.
VI	Formular conclusiones de la actividad.	No formulan ninguna conclusión.	Hacen conclusiones triviales o sin ninguna relación con la actividad.	Las conclusiones tienen que ver con la actividad, pero son poco claras.	Dan conclusiones apropiadas a partir de la actividad realizada.

Examen. Arquímedes y los espejos ardientes²

*Yo que sentí el horror de los espejos
no sólo ante el cristal impenetrable
donde acaba y empieza, inhabitable,
un imposible espacio de reflejos
Jorge Luis Borges*

Durante la segunda guerra púnica, en el 214 a.C., el general romano Marcelo sitió Siracusa. Arquímedes, más conocido como geómetra, fue el encargado de la defensa de la ciudad como ingeniero militar. Algunos historiadores cuentan que, para destruir las galeras enemigas, había concebido y empleado espejos ardientes, es decir, dispositivos que permitían desencadenar incendios al reflejar y concentrar los rayos solares.

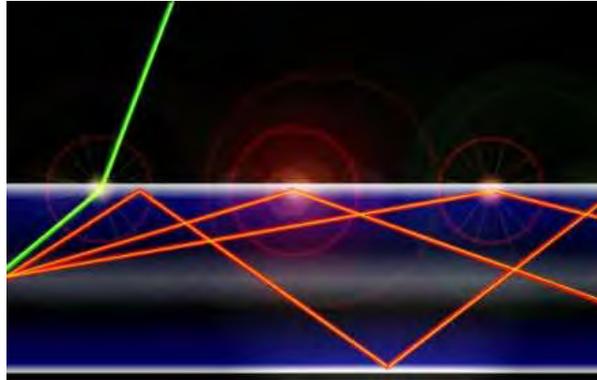
² Tomado de Thuillier, Pierre; *De Arquímedes a Einstein. Las caras ocultas de la invención científica*; México; Alianza Editorial; 1990.



1. Identifica y señala en la imagen la representación de al menos tres fenómenos ópticos.
2. Escoge uno de los fenómenos y argumenta físicamente por qué la representación es correcta o incorrecta. Haz un diagrama de rayos para apoyar tu argumentación.
3. De acuerdo con el texto, Arquímedes utilizó espejos para concentrar los rayos solares.
 - a. ¿Qué tipo de espejos pueden hacer esto?
 - b. Explica detalladamente algún uso que se le de en la actualidad a los “espejos ardientes”
4. La veracidad de la historia de Arquímedes y los espejos ha sido objeto de intensos debates tanto históricos como científicos, en los cuales la

evidencia, a favor o en contra, aún no es concluyente ¿Qué opinas tú al respecto? Plantea una hipótesis y un procedimiento experimental para intentar responder la pregunta ¿es cierta la historia de Arquímedes y los espejos?

5. La siguiente imagen representa la trayectoria seguida por diferentes rayos de luz dentro (y fuera) de una fibra óptica, ¿qué error hay en esta representación? Justifica tu respuesta.



En el siguiente capítulo se hace un análisis de los resultados obtenidos al aplicar esta secuencia.

Capítulo IV

Resultados y Conclusiones

4.1 Introducción

En este capítulo se muestra un compendio de los resultados obtenidos al implementar la unidad didáctica en diferentes ocasiones y bajo condiciones distintas. En particular se hace un análisis más detallado de la última intervención que es la que más coincide con la secuencia mostrada en el capítulo anterior.

Las evidencias sobre los logros alcanzados provienen de las actividades desarrolladas por los estudiantes a lo largo de la unidad, así como de los exámenes de diagnóstico que se aplicaron al inicio y al final de la intervención.

Asimismo, se presentan algunas conclusiones generales que se derivan del trabajo realizado y propuestas para su mejoramiento.

4.2 Contexto

La Unidad Didáctica se probó en la Preparatoria No. 4 “Vidal Castañeda y Nájera” en tres ocasiones distintas: durante la Práctica Docente II con el grupo 608, en la Práctica Docente III con el grupo 605 y durante el desarrollo del trabajo de tesis con un grupo 608 distinto al anterior.

En la Escuela Nacional Preparatoria los cursos son anuales y se dividen en tres periodos (de aproximadamente tres meses cada uno), para efectos de evaluación. La calificación final del estudiante es el promedio de las calificaciones obtenidas en cada uno de los periodos.

La primera vez que se implementó la secuencia se hizo en el segundo periodo (de octubre de 2011 a enero de 2012) y la segunda implementación se hizo en el tercero (de febrero de 2012 a abril del mismo año); estos hechos son importantes porque influyen en la actitud del alumno, sobre todo al inicio de la intervención, en virtud de que se rompe la dinámica que llevaban con el profesor titular, por lo que hay un periodo de ajuste tanto hacia la nueva profesora como a los distintos planteamientos. La última intervención se realizó en el primer periodo del año lectivo 2013, del 6 de agosto al 19 de octubre de 2012.

Cabe resaltar que en las tres intervenciones me correspondió evaluar el desempeño del grupo sin que el profesor titular interviniera, por lo que la emisión de la calificación fue mi total responsabilidad, situación que era del conocimiento de los estudiantes para que se esforzaran por cumplir con el trabajo de clase.

Las primeras intervenciones sirvieron para ajustar el trabajo, ya que se realizaron algunas modificaciones en las actividades, con base en la respuesta de los alumnos y también se obtuvo información valiosa sobre las preconcepciones de los estudiantes, sus actitudes hacia la propuesta y los logros alcanzados.

La materia de Física IV se imparte cuatro horas (de 50 min) a la semana. El horario de clases del grupo de la última intervención era los miércoles de 8:40 a 10:20 en el laboratorio curricular y los viernes de 7:00 a 8:40 en un salón de clases normal. Esto se tomó en cuenta a la hora de programar las actividades porque en el salón no existen las condiciones adecuadas para llevar a cabo experimentos,

aunque gracias a la colaboración de algunos profesores, ocasionalmente fue posible utilizar el laboratorio los dos días (aunque esto no sea lo común).

El grupo constaba de 53 alumnos, 38 mujeres y 15 hombres, que de acuerdo a los estándares de la Preparatoria, podía considerarse de tamaño medio (usualmente los grupos son de entre 65 y 70 estudiantes). En contraste, en la primer práctica docente el grupo era de 40, lo que permitió que todas las clases se dieran en los nuevos laboratorios de docencia y se usaran los recursos informáticos en el momento en que la secuencia lo requería, pero con 53 alumnos no fue posible seguir esta dinámica debido a que los nuevos laboratorios tienen un cupo de 35 estudiantes, por lo que hubo que replantear algunas de las actividades.

Los intereses de los estudiantes sobre su futuro profesional eran los siguientes:

Carrera a elegir	Número de alumnos
Medicina	17
Psicología	8
Odontología	4
Nutrición	3
Biología	3
Químico Fármaco Biólogo	2
Biomédicas	2
Ciencias Genómicas	1
Ciencias de la Tierra	1
Fisioterapia	1
Químico en Alimentos	1
No saben	4
No asistieron	6

De acuerdo a mi experiencia como profesora del área 2, es usual que el mayor porcentaje de alumnos se incline por la carrera de medicina, así como el hecho de que sean más las mujeres que los hombres en esta área.

La integración con este grupo fue mucho más sencilla porque inicié a principio de año como si fuera su profesora titular. En cuanto a la relación entre los alumnos, al principio del curso era un poco distante ya que muchos no se conocían, por lo que se podían ver varios subgrupos dentro del grupo, entre algunos de los cuales prácticamente no existía comunicación, pero a pesar de ello había un clima de respeto en la clase.

4.3 Resultados Generales

El objetivo de este trabajo es contextualizar los conceptos físicos mediante el uso de tecnologías relevantes para los alumnos del área de ciencias biológicas y de la salud, con el objetivo de hacer más significativos los conceptos y de esta forma mejorar la actitud de los estudiantes hacia la física.

La comprensión de conceptos físicos no es el único fin de la unidad, sino también la comprensión de los desarrollos tecnológicos y su significatividad social. En cuanto a los procedimientos se intenta que el trabajo científico se traslade al aula provocando en el alumno la duda sistemática, el análisis, la generación de hipótesis y la contrastación con la realidad convirtiendo al estudiante en un actor central y responsable de su propio aprendizaje.

A continuación se presentará un panorama general de los resultados obtenidos con los alumnos al aplicar la propuesta, centrándose en tres aspectos: conocimientos, procedimientos y actitudes.

4.4 Conocimientos y Procedimientos

Los conocimientos están muy ligados a los procedimientos, debido a lo cual, ambos se analizan en forma simultánea.

Por tratarse de una materia propedéutica, es importante que los alumnos adquieran algunos conceptos que pueden serles útiles en sus estudios universitarios, en este caso la propuesta se centró únicamente en dos conceptos: reflexión y refracción de la luz, por considerar que al acotar la unidad se podía dar un mayor tiempo para la discusión de ideas y el desarrollo de habilidades relacionadas con la investigación científica.

Uno de los propósitos marcados en el Programa del curso es:

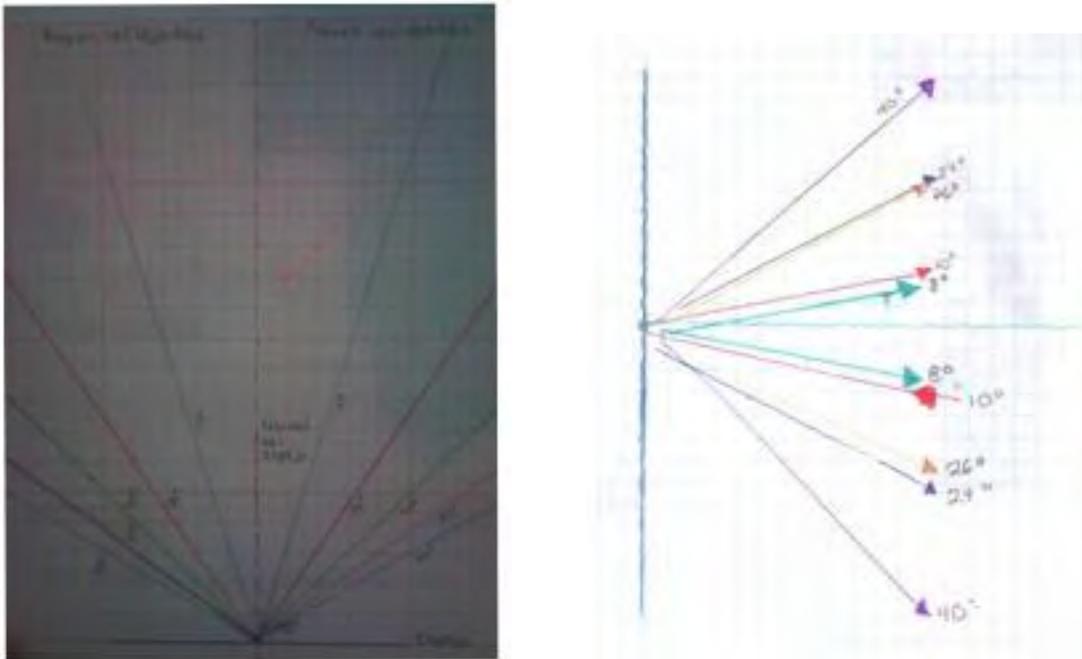
- Que el alumno estructure un criterio científico que le permita interpretar diversos fenómenos y procesos físicos, así como modelos matemáticos y gráficas relacionadas con ellos.

Esta finalidad es muy amplia y engloba algunos de los objetivos planteados dentro de la Unidad Didáctica para la reflexión de la luz, como el que los alumnos:

- Utilicen diagramas de rayos para representar la trayectoria seguida por un haz de luz.
- Tracen la normal a una superficie y puedan medir los ángulos de incidencia y reflexión.
- Utilicen diagramas de rayos para explicar la formación de imágenes en espejos.
- Puedan aplicar la ley de la reflexión en diferentes situaciones.

En las actividades planteadas para cumplir con estos objetivos se aprecia, (como se muestra en la siguiente secuencia de imágenes) un progreso en el uso tanto de las leyes de la reflexión como de los diagramas de rayos.

Fig. 4.1. Práctica de Reflexión



Al inicio de la secuencia no todos los alumnos identifican los elementos importantes en la reflexión de la luz: rayos de incidencia y reflexión, normal al espejo y la medida de los ángulos de incidencia y reflexión.

Cabe resaltar que la mayoría de los estudiantes representaban la medida de los ángulos no como el ángulo subtendido por el rayo y la normal al espejo, sino que escribían un número sobre la línea que representa al rayo, lo cual se debía en algunos casos a tratar de que no quedaran encimados los ángulos en sus dibujos y en otros, a un desconocimiento sobre la correcta representación de los ángulos. Asimismo, muchos estudiantes no sabían como colocar el transportador para medir los ángulos con respecto a la normal al espejo, por lo que hubo que trabajar en este punto.

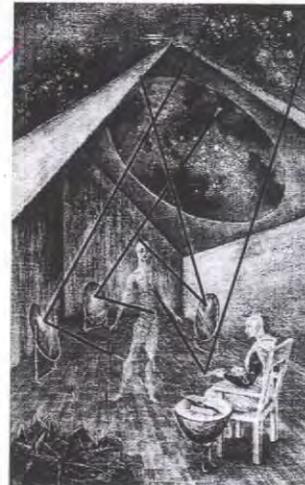
Se puede ver en la fig. 4.1. que la dirección de los rayos no está señalada en el primer dibujo, y en el segundo ambos rayos (de incidencia y reflexión) tienen la misma dirección, además de que no llegan (ni parten) del mismo punto, por lo que la medida obtenida a partir de la normal resulta un tanto artificial, esto se puede aprovechar para enfatizar como se miden los ángulos y que sucede cuando se

tienen diferentes puntos de incidencia.

En cuanto a los problemas de lápiz y papel, la mayoría de los alumnos esperaban contar con “fórmulas” para despejar variables, por lo que inicialmente trabajar con imágenes se les complicó por el hecho de tener que identificar los elementos clave, por ejemplo en los siguientes ejercicios se observa que no dibujan la normal a los espejos para verificar que los ángulos de incidencia y de reflexión son iguales, si no que simplemente tratan de justificar por lo que apreciaban a simple vista.

Fig. 4.2. Ejercicios de Reflexión I

2. Analicen las siguientes imágenes y verifiquen si en cada uno de los espejos mostrados se cumplen o no las leyes de la reflexión. Justifiquen sus respuestas.



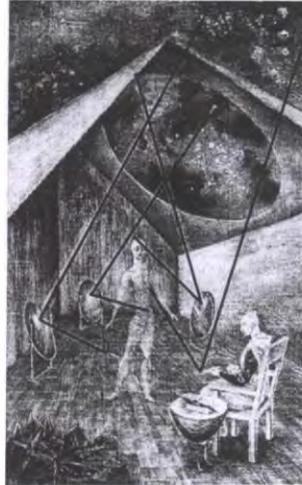
Sí, en las
dos imágenes,
porque todos los ángulos
reflejados en el mismo
plano.

2. Analicen las siguientes imágenes y verifiquen si en cada uno de los espejos mostrados se cumplen o no las leyes de la reflexión. Justifiquen sus respuestas.



Si se cumple ya que el α incidente y el α reflejado son iguales.

La normal está

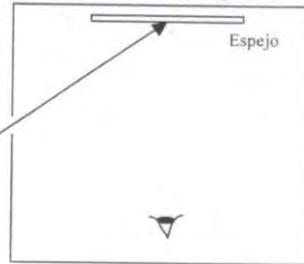


No se cumple ya que los α de incidencia y de reflexión son distintos.

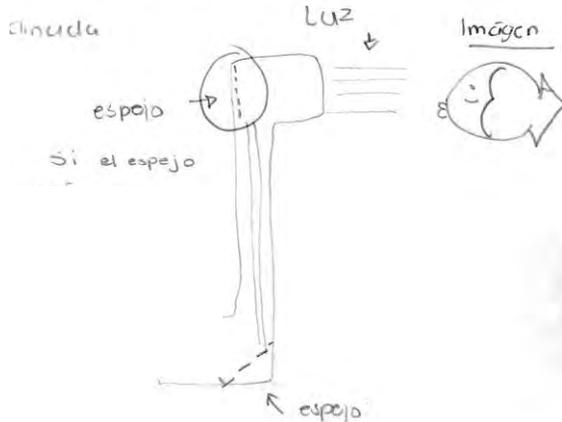
VISTA DE
TODO EL
LAPIZ

En una habitación oscura y con paredes negras penetra un rayo de luz a través de un agujero como indica la figura. Si la habitación está completamente limpia, sin polvo ni humo en el aire, ¿podríamos ver la luz que entra por el agujero si miramos en la dirección indicada por el ojo? Justifiquen su respuesta

Solo se veira el haz de luz incidente sobre el espejo.
¿Por qué?

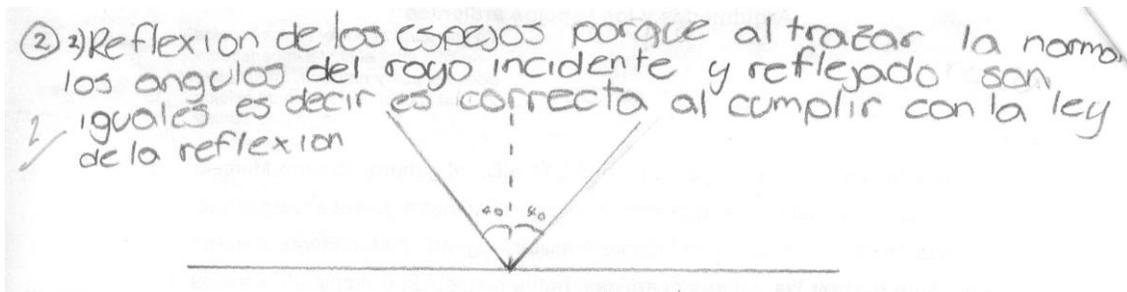
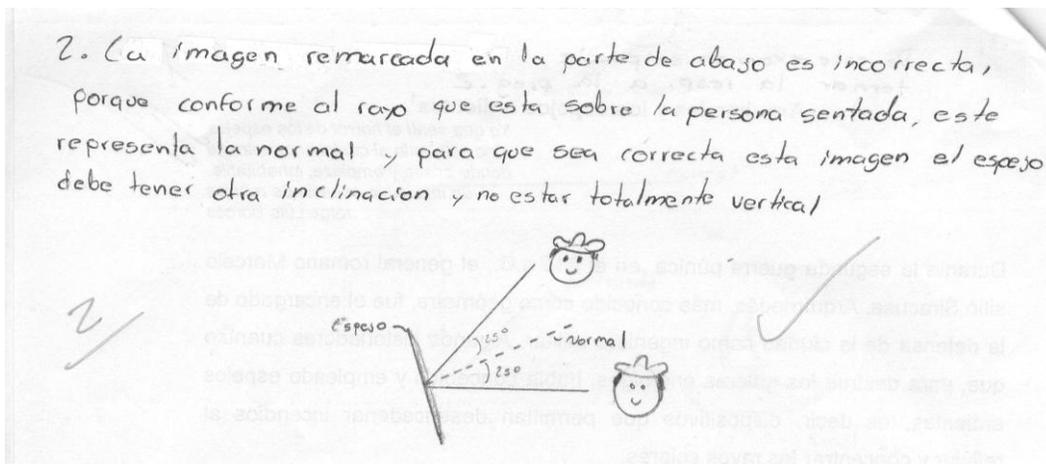


periscopio tiene dos espejos, un primer en el piso de este y otro en la parte superior, el reflejo de la imagen que se produce en la parte de arriba se va observar desde la parte de abajo, pero este se colocan de forma



Mientras que en los últimos ejercicios (de examen) se aprecia que son mucho más cuidadosos de verificar que se cumpla la igualdad de ángulos y además comprenden que este hecho se puede usar como prueba de la posibilidad de que suceda o no un determinado fenómeno.

Fig. 4.3. Ejercicios de Reflexión II



②

Rayo incidente
 θ_i
 normal
 θ_r
 Espejo
 Rayo reflejado

El $\theta_i = \theta_r$
 Si es correcta la 2^{da} representación

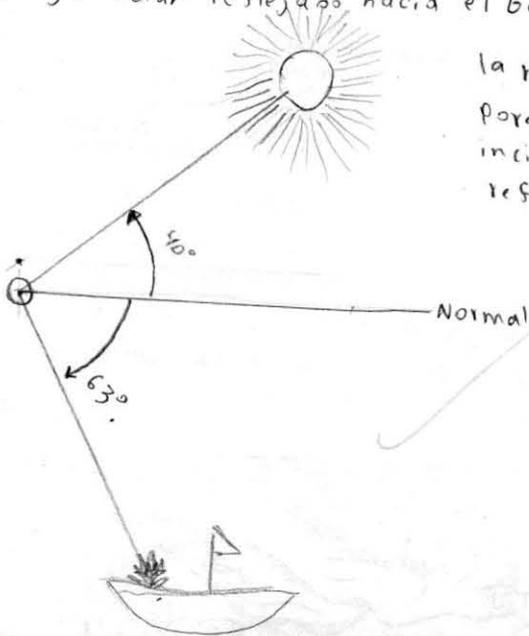
La reflexión: la ley de la reflexión dice que cuando un rayo incide en un espejo plano, el rayo reflejado tendrá el mismo ángulo que el rayo incidente respecto a la normal.

En la imagen aparecen 3 espejos (representado la reflexión) dos de las representaciones están bien pero una está mal por estar representada de la siguiente manera

Rayo incidente
 θ_i
 normal
 θ_r
 Rayo reflejado

El $\theta_i \neq \theta_r$
 No es correcta la 1^{ra} representación

El rayo solar reflejado hacia el barco.



la representación es incorrecta porque en la imagen el ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión no son iguales.

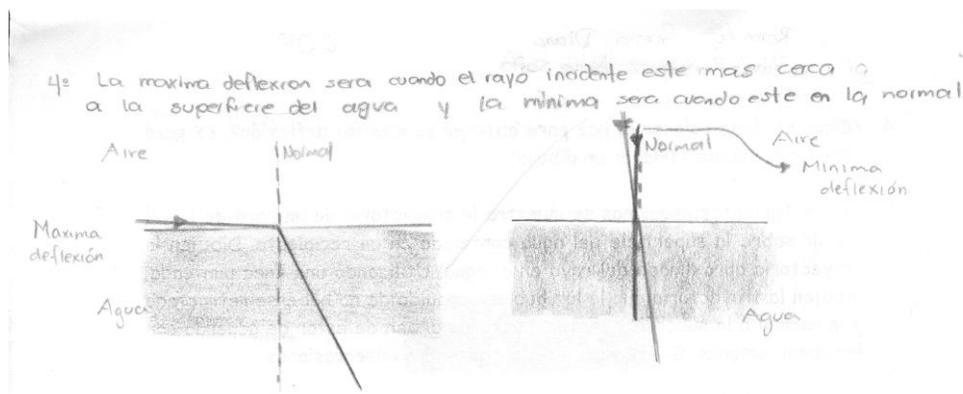
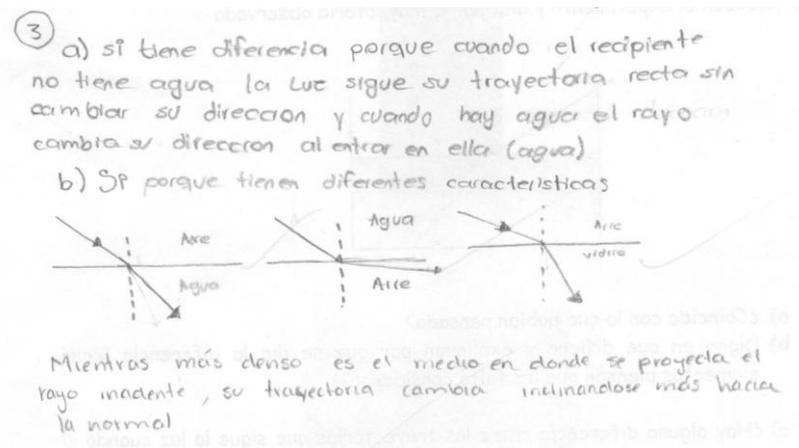
En el caso de la refracción de la luz, los objetivos son similares, esto es, que los alumnos:

- Tracen la normal a una superficie y puedan medir los ángulos de incidencia y refracción.

- Determinen que variables son importantes para que se produzca la refracción de la luz.
- Analicen en qué situaciones se presenta el fenómeno de reflexión total interna.
- Comprendan diferentes fenómenos en donde se presenta la refracción de la luz.
- Puedan aplicar la ley de Snell en diferentes situaciones.

Las primeras actividades estaban dirigidas a la comprensión cualitativa del fenómeno a partir de las observaciones experimentales, en ellas se puede ver que el trazado de rayos ya les es más familiar, aunque todavía se les dificulta su uso para la explicación de algunos fenómenos observados, como el de la moneda en el vaso.

Fig. 4.4. Práctica de Refracción



respuesta

☒ Observador A

☒ Observador B



- a) Ninguno la ve
- b) El observador A
- c) El observador B
- d) Los dos la ven

Puede observar el borde izquierdo de la moneda ya que se encuentra a una altura que le permite hacer esta observación. Lo cual no ocurre con el observador B.

claudia bernard

1. Una moneda está en el interior de un vaso de unicel vacío, como se muestra en la figura ¿cuál de los observadores puede ver el borde izquierdo de la moneda? Justifica tu respuesta

☒ Observador A

☒ Observador B



- a) Ninguno la ve
- b) El observador A
- c) El observador B
- d) Los dos la ven

Al estar a una altura mayor el observador A puede ver una mayor porción de la moneda pues las paredes del vaso no obstruyen tanto su vista.

Si ahora se agrega agua al interior del vaso (sin que la moneda se mueva) ¿qué cambio se producirá en la observación? Justifica tu respuesta

☒ Observador A

☒ Observador B



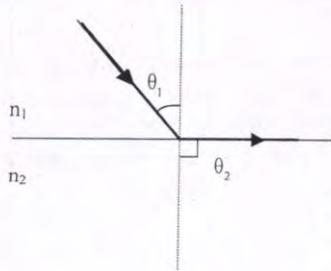
- a) La observación no se verá modificada al agregar el agua
- b) El observador A verá una mayor porción de la moneda
- c) El observador B dejará de ver la moneda
- d) Ninguno de los observadores podrá ver la moneda

Al agregar agua la moneda parecerá aumentar su tamaño y cambiar de posición dentro del vaso, esto

Y también se puede apreciar en los siguientes ejercicios como van incorporando el uso de la ley de Snell:

Fig. 4.5. Ejercicios de Refracción

3. La Ley de la refracción o Ley de Snell se expresa matemáticamente como: $n_1 \text{sen} \theta_1 = n_2 \text{sen} \theta_2$ donde n_1 es el índice de refracción del primer medio, θ_1 el ángulo de incidencia; n_2 es el índice de refracción del segundo medio y θ_2 es el ángulo de refracción. ¿Cómo tendría que ser n_1 , con respecto a n_2 , para que el rayo incidente sufriera una refracción como la mostrada en la figura? Justifica tu respuesta



- a) $n_1 < n_2$
- b) $n_1 = n_2$
- c) $n_1 > n_2$
- d) No es posible

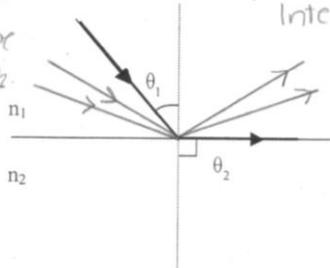
Es menor pues mientras mas denso se a el medio 2 (n_2) mas refracción habrá.

3. La Ley de la refracción o Ley de Snell se expresa matemáticamente como: $n_1 \text{sen} \theta_1 = n_2 \text{sen} \theta_2$ donde n_1 es el índice de refracción del primer medio, θ_1 el ángulo de incidencia; n_2 es el índice de refracción del segundo medio y θ_2 es el ángulo de refracción. ¿Cómo tendría que ser n_1 , con respecto a n_2 , para que el rayo incidente sufriera una refracción como la mostrada en la figura? Justifica tu respuesta

Pero

Para que hubiera refracción n_1 tendría que ser mayor que n_2 .

Reflexión Total Interna



- a) $n_1 < n_2$
- b) $n_1 = n_2$
- c) $n_1 > n_2$
- d) No es posible

No hay refracción, sino que apartir del ángulo θ_2 hay reflexión internamente.

5. Las sig. imágenes representan la trayectoria de un rayo luminoso que pasa de un medio 1 a otro distinto. De acuerdo con ellas, ¿cuál es el medio con mayor índice de refracción?
b) El medio 2

$n_2 > n_1 = n_3 > n_4$

$\text{sen} \theta_1 = \frac{n_2}{n_1} \text{sen} \theta_2$

a) El Medio 1

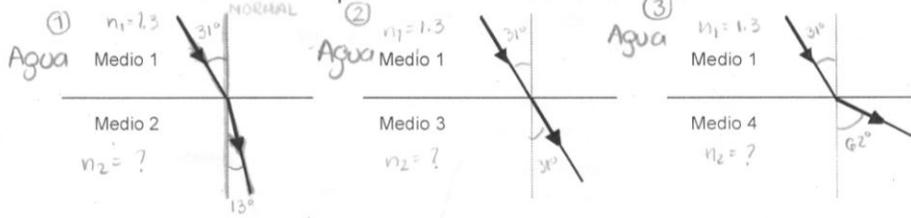
b) El Medio 2

c) El Medio 3

d) El Medio 4

5. Las siguientes imágenes representan la trayectoria de un rayo luminoso que pasa de un medio 1 a otro distinto. De acuerdo con ellas, ¿cuál es el medio con mayor índice de refracción? Justifica tu respuesta

Porque cuando la luz que pasa de un medio a otro cuyo índice de refracción es mayor se acerca a la normal.



- a) El Medio 1 **b) El Medio 2** c) El Medio 3 d) El Medio 4

① $n_1 \text{Sen}\theta_1 = n_2 \text{Sen}\theta_2$
 $\frac{1.3(0.51)}{0.22} = n_2$

$n_2 = 3.09$
 Mayor índice de refracción

② $n_1 \text{Sen}\theta_1 = n_2 \text{Sen}\theta_2$
 $\frac{1.3(0.51)}{0.51} = n_2$

$n_2 = 1.3$
 Igual índice de refracción

③ $n_1 \text{Sen}\theta_1 = n_2 \text{Sen}\theta_2$
 $\frac{1.3(0.51)}{0.88} = n_2$

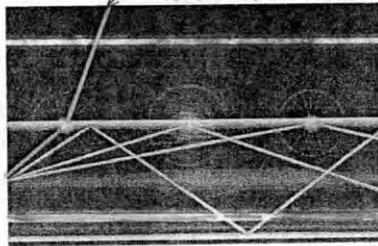
$n_2 = 0.76$
 Menor índice de refracción

* Ejemplo con el Agua

Asimismo, los alumnos integran los conceptos de reflexión y refracción para la comprensión de la reflexión total interna y su aplicación en las fibras ópticas:

Fig. 4.6. Reflexión Total Interna

5. La siguiente imagen representa la trayectoria seguida por diferentes rayos de luz dentro (y fuera) de una fibra óptica, ¿qué error hay en esta representación?

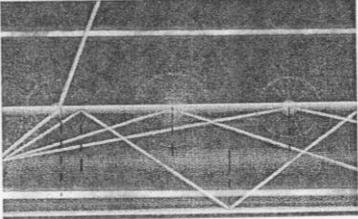


Que un rayo no puede transpasar de adentro hacia afuera la fibra optica debido a la refracción de su angulo critico.

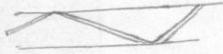
El error que hay es el que marcae con color rosa puesto que este fenomeno representa reflexión total interna que hace que los rayos incidan en un angulo que en vez de poderse refractar por el cambio de medio se refleje de vuelta al medio de donde surgió por lo que concluimos que los rayos no pueden salir de la fibra optica y el que señale sale de esta.

2

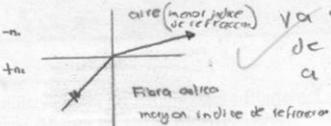
Se el lector el ángulo que se refracta de dentro de la fibra óptica al aire, ya que como la fibra óptica tiene un índice de refracción muy superior a comparación del aire, los rayos que después del ángulo crítico se reflejan totalmente dentro de ella, y los que están antes del ángulo crítico se deberían refractar con un ángulo de refracción mayor que el ángulo de incidencia, lo cual nos aparece en la refracción del haz de luz de dentro a fuera de la fibra óptica, el ángulo de refracción se aparece menor que el de incidencia, lo cual es incorrecto.



En la fibra óptica la mayoría de los rayos no salen del material por su alto índice de refracción solo rebotan dentro de la fibra.



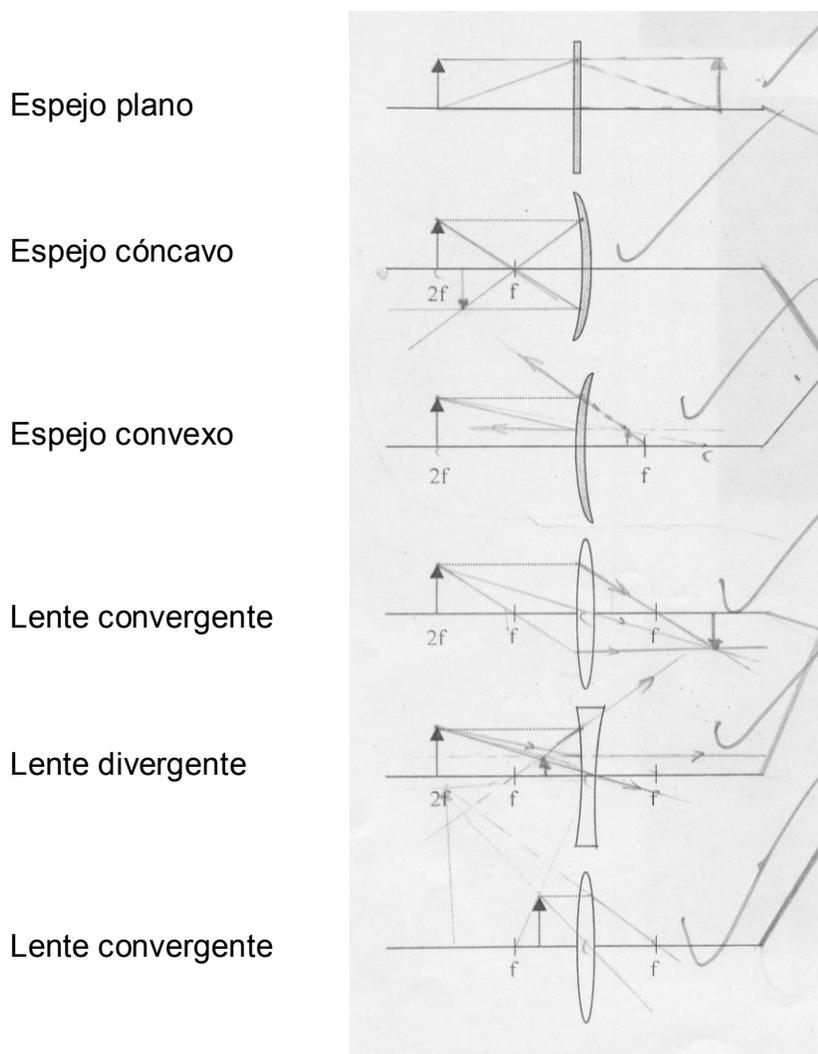
Y cuando sale el rayo debería salir de la siguiente forma. (forma no como en la imagen)



ya que el rayo pasa de un medio más denso a menos denso.

Además hacen los diagramas de rayos convencionales:

Fig. 4.7. Diagramas de rayos



Otros de los propósitos marcados en el programa de la asignatura, son:

- Que el alumno desarrolle habilidad para observar fenómenos relacionados con el campo de la biología y la química, a fin de analizarlos y abordarlos con la aplicación de conceptos físicos afines.
- Que el alumno informe por escrito los resultados de experimentos realizados por él, en los que se introduzcan algunos modelos físicos así como algunas de sus consecuencias lógicas.

- Que el alumno informe por escrito los resultados de los experimentos que verifiquen las consecuencias lógicas deducidas de alguna ley básica de la Física.

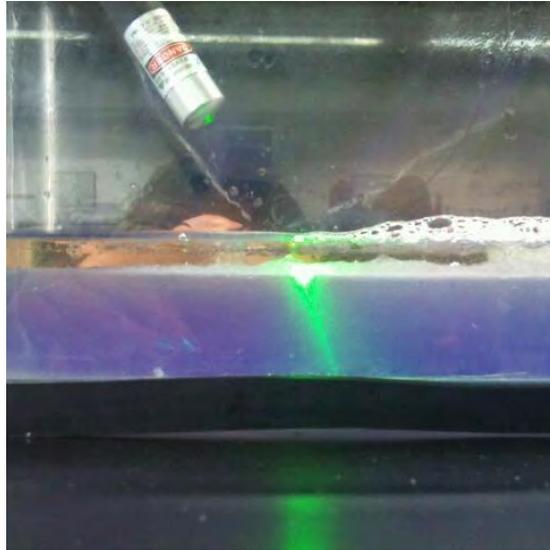
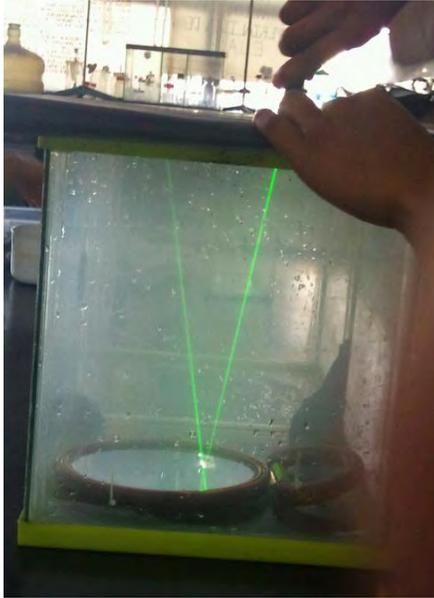
Que nuevamente engloban algunos de los objetivos de la unidad didáctica como el que los alumnos:

- Puedan explicar el funcionamiento de diversas tecnologías a través de sus fundamentos físicos.
- Adquieran algunas de las habilidades relacionadas con el trabajo científico como: observar, medir, interpretar datos, controlar variables, formular hipótesis, comunicar, etc.
- Apliquen las leyes de la reflexión y la refracción para la construcción de diferentes instrumentos ópticos.

Para el desarrollo de habilidades científicas los estudiantes debían continuamente realizar experimentos o proponerlos, lo cual supone no sólo diseñar, sino llevar a cabo pequeñas investigaciones, plantear hipótesis así como elaborar informes y comunicar resultados.

Inicialmente los experimentos propuestos son muy básicos, así como las hipótesis planteadas, pero van mejorando a lo largo de la unidad, lo cual se ve reflejado en el proyecto final. Si bien en este proyecto aún les cuesta trabajo plantearse una pregunta de investigación, identificar las variables relevantes y llevar un control sistemático de las mismas.

Fig. 4.8. Experimentos para desviar un haz de luz



Con esta tarea lo que se buscaba era no únicamente interesar a los alumnos sino también impulsarlos para que diseñaran un experimento propio.

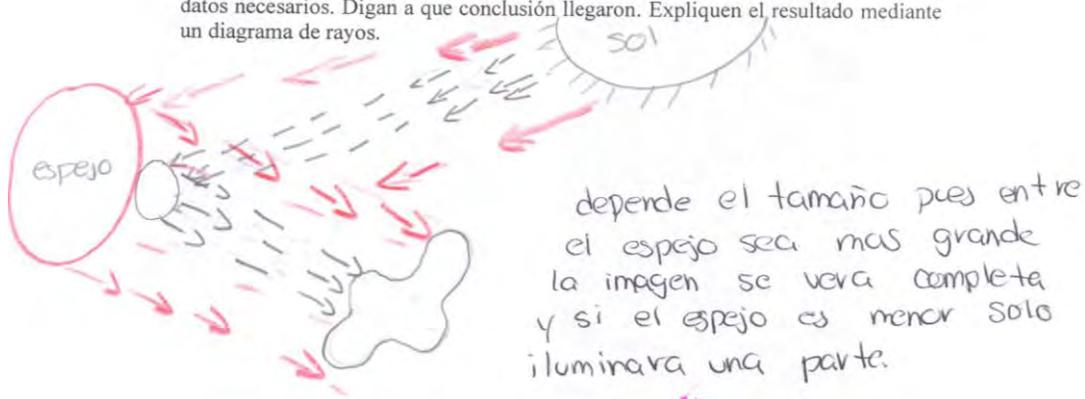


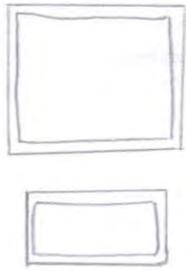


Fig. 4.9. Experimentos propuestos para probar una hipótesis

5. Clara, una estudiante de preparatoria, formula la siguiente hipótesis: “La fracción de la imagen que es visible en un espejo plano, depende del tamaño del espejo” ¿Qué opinan ustedes al respecto? Justifiquen su respuesta.

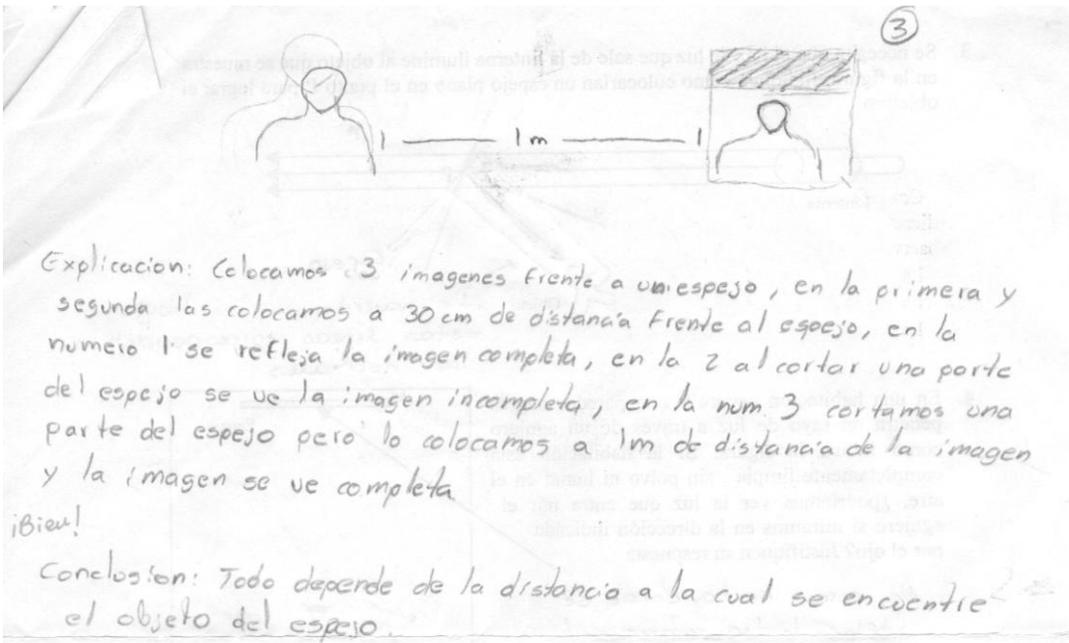
Diseñen un experimento para probar o refutar la hipótesis de Clara. Describan el experimento especificando las variables que consideran importantes, el por qué de estas variables y las mediciones que harán. Realicen el experimento y recolecten los datos necesarios. Digan a que conclusión llegaron. Expliquen el resultado mediante un diagrama de rayos.





La vista de el objeto no cambia ni su forma, tamaño etc. Aunque.

Sea un espejo pequeño, se ve igual, ya que ocurre el mismo fenómeno & no depende de el espejo si no de el ángulo & la distancia en que situes el objeto.



En estos ejemplos se aprecia como los estudiantes proponen experimentos pero sin llevar un control claro de las variables y sin emplear diagramas de rayos.

Experimento:

Se necesitará: espejos de diferente tamaño
Un objeto cualquiera, una hoja milimétrica.

Usa la hoja milimétrica como apoyo para medir la distancia a la que pones los espejos y los objetos.

1: Pon de manera vertical el espejo más pequeño sobre la hoja milimétrica y el objeto a una distancia de tal manera que sólo se vea una fracción de éste en el espejo. ¿Que es lo que ves?

2: Repite el paso anterior colocando esta vez un espejo más grande. Debes colocar el espejo y el objeto en la misma posición y lugar que en el paso anterior. ¿Que sucede con la imagen? Repite este paso con los espejos faltantes.

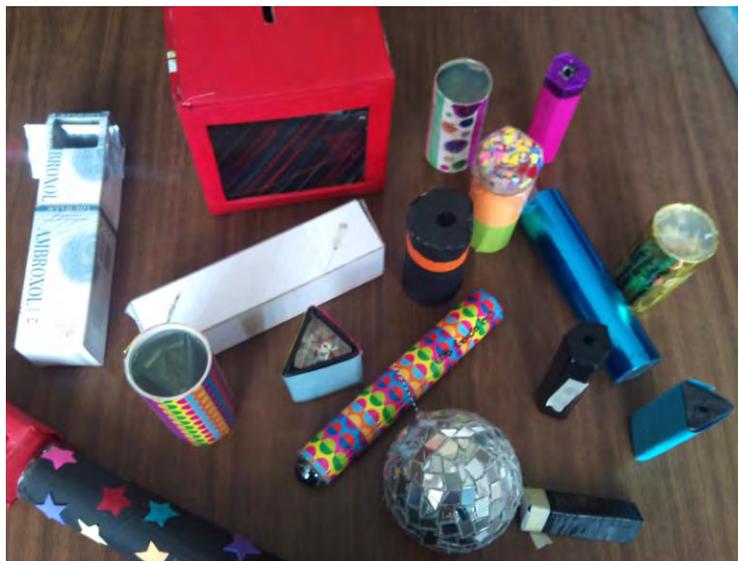
Las variables que se consideraran son el tamaño del espejo y la fracción de la imagen que es visible. Se toman estas variables pues lo que queremos comprobar es que parte del objeto se ve según el tamaño del espejo

Fig. 4.10. Experimentos con lentes



La dificultad de plantearse preguntas es significativa a lo largo de toda la unidad, por ejemplo, en el caso de los experimentos con lentes la mayoría de los estudiantes tratan de verificar el tipo de imágenes que se forman cuando se colocan los objetos a diferentes distancias de las lentes, debido a que ya habían hecho los diagramas de rayos con anterioridad. De acuerdo con Chamizo (2007) las preguntas concretan los problemas, por lo que aprender a preguntar es una competencia importante de pensamiento científico.

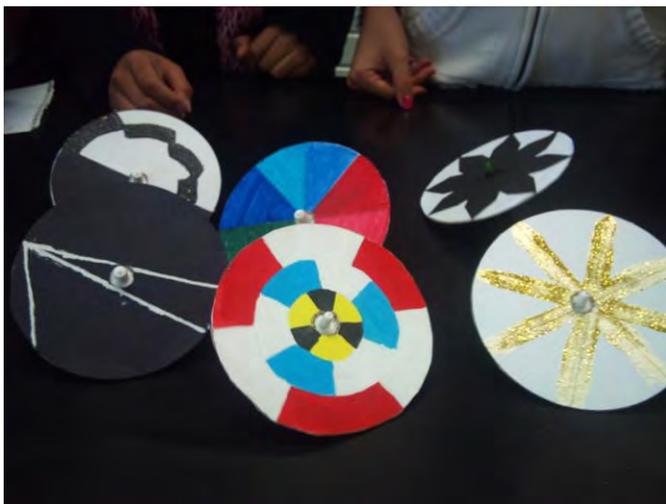
Fig. 4.11. Caleidoscopios, periscopios y alcancía



El construir este tipo de objetos brinda a los estudiantes la oportunidad de ver la aplicación de los conceptos en forma tangible.



Fig. 4.12. Proyectos



En el desarrollo de los proyectos los alumnos trabajaron de diferente forma en las tres intervenciones:

1ª. Construcción de un horno solar

2ª. Construcción y mejoramiento de un horno solar

3ª. Proyecto de Investigación

En el primer caso los alumnos solamente construyeron un horno (que se pudiera utilizar) y ellos debían explicar cual era la función de cada parte, así como sus ventajas y desventajas y el impacto ambiental que podía tener. Debido al tema ambiental, ellos propusieron que se tenía que usar material de bajo costo, de ser posible reciclado y también que fuera reciclable.

El problema con esta actividad fue que la mayoría de los estudiantes únicamente siguió un instructivo para la construcción del horno sin reflexionar acerca de las variables relevantes y como éstas influyen en la eficiencia del aparato.

Tomando en cuenta esta primera experiencia, en la segunda intervención, además de construir el horno, los estudiantes debían proponer una mejora a un prototipo inicial y documentar que ventajas habían conseguido y argumentar por qué. En esta oportunidad, lo que se observó fue que la mayoría construyó el mismo tipo de dispositivo y sugirieron mejoras muy parecidas.

Finalmente, en la tercera oportunidad, se diversificaron más los proyectos, pues se les planteó que trataran primero de formular una pregunta de investigación y después responderla. Nuevamente se les complicó plantearse una pregunta “original”, por lo que algunos lo que hicieron fue preguntarse por el funcionamiento de algún dispositivo o fenómeno y replicarlo.

Es importante señalar que el desarrollo de proyectos complementa las actividades de aprendizaje al movilizar e integrar los conocimientos de los estudiantes. Un proyecto demanda la participación de los estudiantes en su

planteamiento, diseño y ejecución, así como para la obtención de información tanto de material bibliográfico como de datos experimentales, que finalmente conducen a una síntesis y presentación de resultados.

En cuanto al examen, el 80% de los alumnos aprobó y las opiniones sobre él fueron: “estaba fácil, pero teníamos que pensar”, “era como un examen de laboratorio”, “¡no necesitamos calculadora!” o “había que argumentar mucho” lo cual refleja el hecho de que no se trataba de conocimientos memorísticos o de aplicar solamente fórmulas.

En lo que respecta a las calificaciones del periodo, únicamente 2 alumnos reprobaron, lo cual representa un porcentaje menor al que he observado en mi experiencia como profesora del área 2, lo cual puede ser explicado por el hecho de que hay un trabajo continuo que redundo en una evaluación formativa y hace prácticamente superflua la calificación de un examen.

A continuación se presentan algunos exámenes diagnóstico que se aplicaron al inicio y al final de la secuencia, los cuales no contaban para la calificación, incluso la aplicación del segundo examen se hizo después de haber entregado las calificaciones del periodo y cuando los estudiantes llevaban 1 semana con su profesora titular.

Primera aplicación

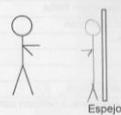
Examen Diagnóstico Óptica

Nombre CHARRRO CARULLO José Luis Biología

- ¿Qué se necesita para que podamos ver un objeto?
 QUE LA LUZ REBOTE DEL OBJETO A NUESTROS OJOS.
- A continuación se presentan los dibujos de diferentes fuentes de luz. Dibuja la trayectoria de la luz que es emitida por cada una de estas fuentes.



- Quando nos vemos en un espejo, ¿dónde se forma la imagen? (Dibújala en el siguiente diagrama)



- Explica como funciona un endoscopio y para que sirve
- Explica como funciona un microscopio

CON LENTES, LA LUZ ATRAVIEZA OCHOS LENTES QUE AL SER CÓNCAVOS AMPLIAN LA TRAYECTORIA DE LA LUZ Y HACEN LA IMAGEN MÁS GRANDE.

Segunda aplicación

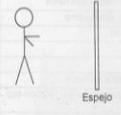
Examen Diagnóstico Óptica

Nombre CHARRRO CARULLO José Luis

- ¿Qué se necesita para que podamos ver un objeto?
 QUE LA LUZ INCIDA EN UN OBJETO, REBOTE Y LUEGO INCIDA EN NUESTROS OJOS.
- A continuación se presentan los dibujos de diferentes fuentes de luz. Dibuja la trayectoria de la luz que es emitida por cada una de estas fuentes.



- Quando nos vemos en un espejo, ¿dónde se forma la imagen? (Dibújala en el siguiente diagrama)



- Explica como funciona un endoscopio y para que sirve
 Es una fibra óptica que utiliza la reflexión y la refracción para que la luz logre iluminar el interior del cuerpo. Sirve para ver e incluso hacer algunas cosas dentro del cuerpo sin necesidad de abrirlo.
- Explica como funciona un microscopio
 Con lentes convergentes cuya distancia focal es pequeña. Con lentes convergentes de tal manera que la distancia del objeto sea mayor a la distancia focal del objetivo y la distancia de la imagen intermedia sea menor que la distancia focal del ocular.

Examen Diagnóstico Óptica

Nombre Hernández Villalba Miguel Ángel, Psicología

- ¿Qué se necesita para que podamos ver un objeto?
Que ese objeto tenga interacción con la luz cerca de nosotros.
- A continuación se presentan los dibujos de diferentes fuentes de luz. Dibuja la trayectoria de la luz que es emitida por cada una de estas fuentes.



- Quando nos vemos en un espejo, ¿dónde se forma la imagen? (Dibújala en el siguiente diagrama)



- Explica como funciona un endoscopio y para que sirve
No lo sé.
- Explica como funciona un microscopio No lo sé.

Examen Diagnóstico Óptica

Nombre Hernández Villalba Miguel Ángel

- ¿Qué se necesita para que podamos ver un objeto? Nececita ojos y luz.
- A continuación se presentan los dibujos de diferentes fuentes de luz. Dibuja la trayectoria de la luz que es emitida por cada una de estas fuentes.



- Quando nos vemos en un espejo, ¿dónde se forma la imagen? (Dibújala en el siguiente diagrama)



- Explica como funciona un endoscopio y para que sirve
Funciona con un espejo que refleja la luz, y una fibra óptica que transmite la información hacia el ojo a través de un cable de luz para observar desde una persona libremente.
- Explica como funciona un microscopio
A través de lentes convergentes que hacen la imagen primera real y luego la imagen convergente y magnificada resultando en la imagen final, se usan lentes convergentes para así poder observar objetos pequeños.



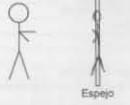
Examen Diagnóstico Óptica

Nombre Pavela Markelony Parada Casaca Nutricion

- ¿Qué se necesita para que podamos ver un objeto?
Necesitamos ayuda de la optica, es decir con todo lo que tiene que ver, un lente.
- A continuación se presentan los dibujos de diferentes fuentes de luz. Dibuja la trayectoria de la luz que es emitida por cada una de estas fuentes.



- Quando nos vemos en un espejo, ¿dónde se forma la imagen? (Dibújala en el siguiente diagrama)

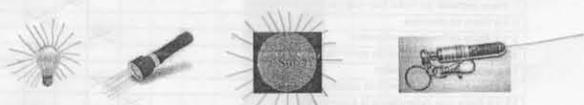


- Explica como funciona un endoscopio y para que sirve
- Explica como funciona un microscopio
Contiene unas lentes de gran aumento, que nos sirven para ver mejor los elementos que depositamos en el portaobjetos y podemos mover el lente para enfocar mejor lo que queremos ver, se usa para los objetos más pequeños.

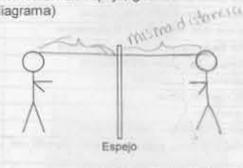
Examen Diagnóstico Óptica

Nombre Markelony Parada Pavela

- ¿Qué se necesita para que podamos ver un objeto?
Que la luz del objeto incida sobre un observador.
- A continuación se presentan los dibujos de diferentes fuentes de luz. Dibuja la trayectoria de la luz que es emitida por cada una de estas fuentes.



- Quando nos vemos en un espejo, ¿dónde se forma la imagen? (Dibújala en el siguiente diagrama)

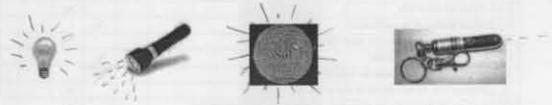


- Explica como funciona un endoscopio y para que sirve
Se usa para observar dentro del cuerpo de una persona sin tener que cortar, funciona gracias a las fibras ópticas que permiten el paso de luz y poder observarla.
- Explica como funciona un microscopio
Se utilizan unas lentes divergentes que te permiten observar la imagen aumentada.

Examen Diagnóstico Óptica

Nombre Ramirez Leon Andrea grupo 603
 (Carrera: psicología)

- ¿Qué se necesita para que podamos ver un objeto?
 Que la luz sea reflejada en los objetos y así podemos verlo
- A continuación se presentan los dibujos de diferentes fuentes de luz. Dibuja la trayectoria de la luz que es emitida por cada una de estas fuentes.



- Quando nos vemos en un espejo, ¿dónde se forma la imagen? (Dibújala en el siguiente diagrama)



- Explica como funciona un endoscopio y para que sirve
 Es un instrumento que te permite ver tus órganos internamente.
- Explica como funciona un microscopio
 Te permite observar aquello que no se ve a simple vista.

Examen Diagnóstico Óptica

Nombre Ramirez Leon Andrea

- ¿Qué se necesita para que podamos ver un objeto?
 Se necesita que la luz choque en el objeto y este, incida en nuestros ojos, para que así la retina capte la imagen "invertida" y el nervio óptico la "valtee".
- A continuación se presentan los dibujos de diferentes fuentes de luz. Dibuja la trayectoria de la luz que es emitida por cada una de estas fuentes.



- Quando nos vemos en un espejo, ¿dónde se forma la imagen? (Dibújala en el siguiente diagrama)



- Explica como funciona un endoscopio y para que sirve
 El endoscopio funciona a través de la reflexión de la luz. Aquí el índice de refracción es muy grande. Es un tubo flexible que tiene en la punta un objetivo por donde sale el luz de luz. Esto permite poder ver internamente el cuerpo humano.
- Explica como funciona un microscopio
 Por medio de lentes convergentes hacen que podamos ver las cosas pequeñas a una escala más grande. Es un aparato que permite ver las cosas pequeñas a una escala más grande.

Examen Diagnóstico Óptica

Nombre Estuardo Héctor Yaidet

- ¿Qué se necesita para que podamos ver un objeto?
 No se
- A continuación se presentan los dibujos de diferentes fuentes de luz. Dibuja la trayectoria de la luz que es emitida por cada una de estas fuentes.



- Quando nos vemos en un espejo, ¿dónde se forma la imagen? (Dibújala en el siguiente diagrama)



- Explica como funciona un endoscopio y para que sirve
 No se
- Explica como funciona un microscopio
 No se

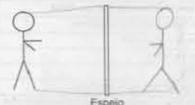
Examen Diagnóstico Óptica

Nombre Estuardo Héctor Yaidet

- ¿Qué se necesita para que podamos ver un objeto?
 Luz, su reflexión, que está incide en nuestros ojos.
- A continuación se presentan los dibujos de diferentes fuentes de luz. Dibuja la trayectoria de la luz que es emitida por cada una de estas fuentes.



- Quando nos vemos en un espejo, ¿dónde se forma la imagen? (Dibújala en el siguiente diagrama)



- Explica como funciona un endoscopio y para que sirve
 Sirve para observar las cavidades de un cuerpo. Contiene una fibra óptica, que recibe rayos de luz y los proyecta hasta el otro extremo y como está cubierta, estos no salen de ellas dependiendo de su estructura.
- Explica como funciona un microscopio
 Funciona utilizando dos lentes convergentes, la primera proyecta la imagen del objeto pero aún es pequeña, así que la segunda lente capta esa imagen como si fuera el objeto y la proyecta mucho más grande.

En este examen diagnóstico cabe destacar la pregunta referida al espejo, en la cual (en la primera aplicación) se presenta una de las ideas previas más comunes: que la imagen se forma en la superficie del espejo, mientras que en la segunda aplicación los estudiantes ya ubican la imagen detrás del espejo.

También se puede apreciar como después de la intervención, los estudiantes cuentan con más elementos para explicar el funcionamiento de las tecnologías, algunos incluso tratan de reforzar su explicación empleando diagramas de rayos.

4.5 Actitudes

De manera cualitativa se observó una mejora en la actitud de los estudiantes hacia la materia, tomando en cuenta tres aspectos básicos:

- Participación en las actividades
- Participación en las discusiones
- Tiempo de interés
- Realización de las tareas

La participación de los estudiantes tanto en las discusiones como en las actividades fue incrementándose de manera notoria a lo largo de la unidad. Cabe resaltar que los estudiantes tenían una mejor disposición cuando ellos llevaban a cabo las actividades, mientras que su interés disminuía si se hacía una clase “tradicional”.

Las tareas de casa, a pesar de ser continuas, eran realizadas por el 90% de los estudiantes y al contrario de lo que suele ocurrir, no se quejaban por su número.

En cuanto al examen diagnóstico de actitudes (Apéndice), los resultados no indican una mejora sustancial en las actitudes de los alumnos hacia la física, lo cual puede deberse al instrumento de medición, o al hecho de que únicamente se trabajó con los estudiantes durante un periodo.

4.6 Conclusiones

- La aplicación de la Unidad Didáctica requiere una visión de la física que no se centre en el formalismo matemático, sino en la importancia que tiene para la comprensión y modificación de nuestro entorno. Es decir, se busca que los estudiantes conecten los conceptos físicos con su cotidianidad, al hacer patente su utilidad para entender el funcionamiento de diferentes tecnologías y fenómenos.
- Para lograr buenos resultados se requiere un cambio de actitud por parte del profesor, quien tiene que asumir un papel de guía, más que de protagonista y debe contribuir a que exista un clima adecuado en la clase, en dónde en todo momento los estudiantes se sientan libres de preguntar, de discutir sus ideas y hacer propuestas. Los estudiantes por su parte también deben asumir su compromiso de trabajar para aprender, sin esperar que el conocimiento les llegue por sí solo.
- La actitud reflexiva y crítica que se espera del estudiante, no es inmediata, se le debe dar tiempo para apropiarse de los conceptos por lo que se requiere de un mayor tiempo que el que se asigna en el programa, bajo la premisa de que “más no significa mejor”.
- El número de alumnos sin duda es importante, puesto que en algunas ocasiones es complicado atender a todos, así como el revisar muchos trabajos o simplemente contar con material suficiente. En el laboratorio hay momentos en que no entienden, o se emocionan y solicitan varios equipos al mismo tiempo la presencia del profesor y no se les puede brindar a todos el tiempo óptimo. Al haber trabajado la propuesta con grupos de diferente número de alumnos, considero que lo ideal sería que los grupos fueran de 35 alumnos, para aprovechar los recursos informáticos de los nuevos laboratorios de docencia.

- Al diversificar el tipo de actividades en el aula, se logra una mayor participación de los estudiantes, además de que al trabajar en equipos se promueve el trabajo colaborativo y la discusión entre pares.
- La tecnología sirve para tender ese puente entre los conceptos “abstractos” y el uso que se les puede dar, sin embargo no basta utilizarla solo con carácter de “aplicación”, si no que hay que mantenerla como eje conductor del curso para que realmente se valore la importancia del conocimiento científico en la búsqueda de soluciones a problemas y necesidades sociales.
- La visión de los alumnos hacia la materia se modifica en la medida en que perciben aspectos relacionados con sus campos de interés.

4.7 Propuestas

Todo trabajo es perfectible y en cada curso se descubren cosas por mejorar o incorporar, en particular algunos aspectos que habría que tratar son:

- Diseñar más instrumentos de autoevaluación, de evaluación al docente y a las actividades diseñadas para que haya una retroalimentación constante sobre el trabajo hecho.
- Incorporar el uso de la tecnología con que cuentan los estudiantes, como los “teléfonos inteligentes”, tablets o ipods en los que pueden utilizarse diversas aplicaciones sin necesidad de trasladarse a un laboratorio que cuente con computadoras.
- Desarrollar material para todas las unidades del programa de la asignatura bajo el enfoque CTS, integrando de manera más constante cuestiones éticas y sociales.

- Dar a conocer la propuesta a otros profesores para que se discuta su utilidad.

Anexo 1

Resultados del examen de actitudes

1. Tenemos un mundo mejor gracias a la física					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	17	22	1	1	0
Segunda	17	24	1	3	0
2. A nadie le gusta la física					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	1	1	11	19	10
Segunda	1	3	9	24	8
3. La Física no tiene mucho sentido para la gente que no son científicos					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	0	5	7	15	14
Segunda	1	4	6	18	15
4. La Física nos ayuda a pensar mejor					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	15	18	7	0	1
Segunda	12	26	3	2	0
5. La Física es necesaria para todos					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	15	19	6	1	1
Segunda	19	20	4	2	0
6. La Física parece ser muy interesante					
Aplicación	TA	A	I	D	TD

Primera	12	17	11	2	0
Segunda	15	18	9	2	1
7. Para destacar en física hay que ser muy inteligente					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	2	7	9	17	7
Segunda	1	7	18	16	3
8. La física es aburrida					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	1	5	11	16	9
Segunda	1	2	13	19	5
9. La física estimula la curiosidad					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	16	22	2	1	2
Segunda	18	18	6	1	1
10. La física es muy difícil de aprender					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	3	7	14	14	4
Segunda	2	8	13	18	4
11. La física no tiene utilidad					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	0	2	4	13	22
Segunda	0	1	1	13	30
12. La física es algo realmente valioso					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	11	24	5	0	1

Segunda	14	22	5	3	0
13. La física nos depende de la superstición					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	11	16	7	4	1
Segunda	12	21	6	2	3
14. La clase de física no es más que un compendio de fórmulas					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	0	4	9	16	10
Segunda	0	3	9	26	7
15. Me suelo distraer y aburrir en la clase de física					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	2	5	13	18	3
Segunda	0	7	10	21	7
16. Para mí los conceptos y las teorías físicas no tienen sentido					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera					
Segunda					
17. Para mí la física es más que una asignatura memorística					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	3	6	12	14	6
Segunda	2	11	6	18	8
18. Conocer las teorías físicas enriquece mi conocimiento					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	15	23	1	1	0
Segunda	19	23	2	1	0
19. De la clase de física, lo que más me gusta es el laboratorio					

Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	19	13	7	1	1
Segunda	16	22	4	2	1
20. Me desagrada consultar los temas relacionados con física					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	0	2	7	27	5
Segunda	0	3	9	28	5
21. Cuando se acerca la hora de física siento entusiasmo					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	1	8	24	7	1
Segunda	2	11	22	9	1
22. Estudiando física se satisface la curiosidad					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	11	17	11	1	0
Segunda	13	21	10	1	0
23. No se para qué sirve la clase de física					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	0	0	3	25	12
Segunda	0	0	3	16	26
24. Estudiar física es una pesadilla					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	0	1	3	22	14
Segunda	0	0	4	20	21
25. Me intereso por profundizar los temas vistos en física					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	4	10	20	6	0

Segunda	1	13	18	11	1
26. Siento agrado por la clase de física porque encuentro relación con mi cotidianidad					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	12	19	10	3	1
Segunda	11	22	6	5	1
27. Ojalá no tuviera clase de física					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	1	1	7	18	14
Segunda	1	1	7	18	18
28. Dedico más tiempo a estudiar física que otras materias					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	0	1	12	24	4
Segunda	0	0	12	24	9
29. Estar en clase de física es una obligación					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	0	9	10	15	7
Segunda	1	9	13	13	9
30. Estudiar física sirve a la gente, incluso cuando deja la escuela					
Aplicación	TA	A	I	D	TD
Primera	14	16	5	6	0
Segunda	18	21	5	1	0

Bibliografía

1. Acevedo, José; Vázquez, Ángel y Manassero, María. (2002). El Movimiento Ciencia – Tecnología – Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias. *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, <http://www.oei.es/salactsi/acevedo13.htm>
2. Acevedo, José; Vázquez, Ángel y Manassero, María. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista electrónica de Enseñanza de las ciencias*, 2(2), 80-111.
3. Acevedo, José. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: Educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-16.
4. Aguilar, Tusta. (1999). *Alfabetización científica y educación para la ciudadanía*. Madrid: Narcea.
5. Aguilar, Tusta. (2001). *Aprendizaje de las ciencias y ejercicio de la ciudadanía*. En Pedro Membiela (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia – Tecnología – Sociedad*. Formación Científica para la ciudadanía (77-89). Madrid: Narcea.
6. Aikenhead, Glen. (1994). *What is STS science teaching?* En J. Solomon y G. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives on reform*. New York: Teachers College Press. En línea en <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/sts05.htm>
7. Aikenhead, Glen. (2003). *STS Education: A rose by any other name*. En Roger Cross (Ed.), *A Vision for Science Education: Responding to the Work of Peter J. Fensham*. Routledge Press. <http://www.learningdomain.com/Rose.by.Name.STS.pdf>
8. Álvarez, C. y San Fabián, J. (2012). La elección del estudio de caso en investigación educativa. *Gazeta de Antropología*, 28 (1), artículo 14, <http://hdl.handle.net/10481/20644>

9. Bennett, Judith; Lubben, Fred y Hogarth, Sylvia. (2006), *Bringing Science to Life: A Synthesis of the Research Evidence on the Effects of Context – Based and STS Approaches to Science Teaching* (347-370). Wiley InterScience. www.interscience.wiley.com
10. Cebreiro, B y Fernández, M.C. (2004), *Estudio de Casos*, En Salvador, F.; Rodríguez, J.L. y Bolívar, A. (Dirs), Diccionario enciclopédico de didáctica. Málaga: Aljibe.
11. Chalmers, A. F. (1982). *¿Qué es eso llamado ciencia?* Madrid: Siglo XXI.
12. Chamizo, José Antonio. e Izquierdo, Mercè (2007). Evaluación de las competencias de pensamiento científico. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 51, 9-19.
13. Driver, R.; Guesne, E. y Tiberghien, A. (1996). *Ideas científicas en la infancia y en la adolescencia*. (3ª ed.). Madrid: Morata Ediciones.
14. Fernández, J.; Elórtegui, N; Rodríguez, J. F. y Moreno, T. (2001). *Modelos Didácticos y Enseñanza de las Ciencias*. Tenerife: Centro de la Cultura Popular Canaria.
15. Fernández-González, M. (2008). Ciencias para el mundo contemporáneo. Algunas reflexiones didácticas. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación Científica*, 5 (2), 185-199.
16. Feyerabend, P. K., (1975). *Contra el método*. Barcelona: Planeta – Agostini.
17. Gallagher, J. J. (1971). A broader base for science education. *Science Education*, 55, 329-338.
18. Gil, D.; Carrascosa, J.; Furió, C. y Martínez-Torregrosa, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. I.C.E. Universitat de Barcelona: Horsori.
19. Gil, D.; Vilches, A.; Fernández, I; Cachapuz, A.; Praia, J.; Valdés, P. Y Salinas, J. (2005). Technology as “Applied Science”: A Serious Misconception that Reinforces Distorted and Impoverished Views of Science. *Science & Education* , 14, 309-320
20. Gutiérrez Goncet, R.; Marco Stiefel, B.; Olivares Jiménez, E. y Serrano Gisbert, T. (1990). *Enseñanza de las ciencias en la Educación Intermedia*. Madrid: Ediciones Rialp.

21. Gutiérrez Julián, M.; Gómez Crespo, M. A. y Martín-Díaz, M. J. (2001). ¿Es cultura la ciencia? En Pedro Membiela (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia – Tecnología – Sociedad. Formación Científica para la ciudadanía* (17-31). Madrid: Narcea.
22. Hernández, Gerardo (2004). *Paradigmas en psicología de la educación*. México: Paidós Educador.
23. Hierrezuelo, J. y Montero, A. (1989). *La ciencia de los alumnos*. Madrid: Laia.
24. Neus Sanmartí (2000). El diseño de unidades didácticas. En Perales, F. y Cañal de León, P. (Dir.) *La Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias* (239-266). Alcoy: Marfil.
25. Marco, Berta; Olivares, Engracia; Usabiaga, Carmen; Serrano, Teresa y Gutiérrez, Rufina (1987). *La enseñanza de las ciencias experimentales*. Colección proyecto 12/16. Madrid: Narcea.
26. Marco-Stiefel, Berta (2001). *Alfabetización Científica y enseñanza de las Ciencias. Estado de la cuestión*. En Pedro Membiela (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia – Tecnología – Sociedad. Formación Científica para la ciudadanía* (33-59). Madrid: Narcea.
27. Mardones, J. M. (2007). *Filosofía de las ciencias humanas y sociales. Materiales para una fundamentación científica* (3ª ed.). Barcelona: Anthropos.
28. Marín, N. (1997). *El mito de la experimentación como panacea didáctica*. En Jiménez, R. Y Wamba, A.M. (Eds.), *Avances en la didáctica de las ciencias experimentales*. Huelva: Universidad de Huelva Publicaciones.
29. Márquez, N. y Tirado, F. (2009). Percepción social de la ciencia y la tecnología de adolescentes mexicanos. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 2, 16-34.
30. Medir, Magda y Abelló, Montse (2001). *APQUA: un proyecto CTS a partir de los productos químicos*. En Pedro Membiela (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia – Tecnología – Sociedad. Formación Científica para la ciudadanía* (193-206). Madrid: Narcea.
31. Osborne, J. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25 (9), 1049-1079.
32. Pedretti, E. y Nazir, J. (2010). Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 Years On. *Science Education*, 95 (4), 601-626.

33. Pérez Serrano (Coord.). (2004), *Modelos de Investigación Cualitativa* (4a. ed.). Madrid: Narcea.
34. Pérez, Tamayo Ruy (1989), *Cómo acercarse a la ciencia*. México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.
35. Sánchez Blanco, G y Valcárcel Pérez, M. V. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales. *Enseñanza de la Ciencias*, 11 (1), 33-44.
36. Santos, M. E. (2001). *Relaciones entre Ciencia Tecnología y Sociedad*. En Pedro Membiela (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia – Tecnología – Sociedad*. Formación Científica para la ciudadanía (61-75). Madrid: Narcea.
37. Solbes, Jordi; Vilches, Amparo y Gil, Daniel (2001). *Papel de las interacciones CTS en el futuro de la enseñanza de las ciencias*. En Pedro Membiela (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia – Tecnología – Sociedad*. Formación Científica para la ciudadanía (221-231). Madrid: Narcea.
38. Solbes, Jordi (2009). Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (I): Resumen del camino avanzado. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación Científica*, 6 (1), 2-20.
39. Solbes, Jordi (2009). Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (II): Resumen del camino avanzado. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación Científica*, 6 (2), 190-212
40. Trumper, R. (2006). Factors Affecting Junior High School Students' Interest in Physics. *Journal of Science Education and Technology*, 15 (1), 47 – 58.
41. Thuiller, P. (1990). *De Arquímedes a Einstein. Las caras ocultas de la invención científica*. Madrid: Alianza Editorial, S. A.
42. UNAM (2008). *Conocimientos Fundamentales para la Enseñanza Media Superior, Una propuesta de la UNAM para su bachillerato*. México: Autor.
43. Usabiaga, Carmen (1987), *Método científico y situaciones de enseñanza – aprendizaje de las ciencias*. En Marco, B. et. al. *La enseñanza de las ciencias experimentales*. Colección proyecto 12/16. Madrid: Narcea.
44. Vázquez, A. y Manassero, M. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: Una revisión conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (3), 337-346.

45. Vázquez, A. y Manassero, M. (1997). Una evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (2), 199-213.
46. Viennot, L. (2002). *Razonar en Física. La contribución del sentido común*. España: Visor/Machado.
47. Vilches, A. y Furió, C. (1999). *Ciencia, Tecnología, Sociedad: Implicaciones en la Educación Científica para el Siglo XXI*. I Congreso Internacional Didáctica de las Ciencias y VI Taller Internacional sobre la Enseñanza de la Física. Centro de Convenciones Pedagógicas Cojimar, Ciudad de la Habana, Cuba.
48. Yacuzzi, E. *El estudio de caso como metodología de investigación: Teoría, mecanismos causales, validación*. Recuperado de: https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:bVZLFjcWqQ0J:www.infinibureau.com/MYR_NA_estudiosdecaso.pdf+estudio+de+caso&hl=es&gl=mx&pid=bl&srcid=ADGEEsGYP3dKuLo_pRW9bo7Nt5WHYnZ7yEy8gMbct0OUDDsbutxS3oaekq50wuwKKOXAork_oBcdYdtalvY7YRg6lhmijglSqQYRuxX9vYLVXASfhXx0O2sBWBMZGaa0FRKw6Y0Lco&sig=AHIEtbTmY4f2N3LCwwoLOYfRznb6j8yxw