

**ADECUACIÓN DEL MÓDULO DE ÓPTICA PARA EL LABORATORIO
DE FÍSICA DE LA ESCUELA NORMAL SUPERIOR SANTA CLARA**



MIGUEL ANGEL ASTAIZA CORDOBA

UNIVERSIDAD DEL CAUCA

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA
EDUCACIÓN DEPARTAMENTO DE FÍSICA.**

INGENIERÍA FÍSICA POPAYÁN

2023

**ADECUACIÓN DEL MÓDULO DE ÓPTICA PARA EL LABORATORIO DE FÍSICA
DE LA ESCUELA NORMAL SUPERIOR SANTA CLARA**

MIGUEL ANGEL ASTAIZA CORDOBA

Director: Pablo Javier Salazar Valencia

Codirector: Luis Edmundo Ortiz Delgado

Trabajo de Grado para optar al título de: Ingeniero Físico

UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN

DEPARTAMENTO DE FÍSICA.

INGENIERÍA FÍSICA POPAYÁN

2023

NOTA DE ACEPTACIÓN

Aprobado por el comité de grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad del Cauca para optar al título de Ingeniero Físico.

MSc. Pablo Javier Salazar Valencia
DIRECTOR

MSc. María Magdalena Falla
JURADO

Lic. Claudia Marcela Camargo
JURADO

Fecha de sustentación:

I. Agradecimientos

“Las preocupaciones terminan cuando la gratitud comienza.”

Neale Donald Walsh

A quienes se lo debo todo, que a base de esfuerzo, amor y respeto me han dado todo lo que he podido necesitar, mi mamá Patricia Cordoba, mi abuelo Jorge Cordoba, mi abuela Nelcy Vidal y mi hermano Alexander Astaiza, que son mi hogar, mi familia y mi razón de seguir adelante.

A todas y cada una de las personas que aportaron un grano de arena en este largo y complejo camino, amigos, familiares, compañeros y profesores, sin ellos tampoco hubiese sido posible.

Y finalmente a mí, por nunca desfallecer a pesar de los oscuros momentos donde no parece existir salida, por cada desvelo, por cada lagrima, por cada intento fallido que luego se volvió exitoso. Soy mi propio ejemplo de superación.

II. RESUMEN

La Escuela Normal Superior Santa Clara está ubicada en el municipio de Almaguer, departamento del Cauca, atiende una población de más de 500 estudiantes provenientes de Almaguer y otros municipios cercanos, siendo la principal institución de la zona. Los habitantes de este municipio han estado sometidos sistemáticamente a todos los fenómenos de violencia, exclusión, pobreza y discriminación que conlleva el conflicto armado, viéndose en gran medida afectado el sector educativo por años. Esto ha llevado a que los estudiantes presenten dificultades y limitaciones en todas las áreas de formación, influyendo en esta problemática la inexistencia de prácticas experimentales y la inhabilitación del laboratorio de física, generando una incompleta formación académica en los estudiantes.

Con el presente trabajo de grado se pretende favorecer a toda la población académica adecuando el módulo de óptica del laboratorio de física de la institución, ejecutando una metodología diseñada en etapas donde se destaca inventariar todos los equipos pertenecientes al módulo de óptica, diseñar cuatro practicas experimentales con sus respectivas guías para estudiantes y docentes y la ejecución de estas prácticas para apreciar resultados y opiniones de los estudiantes. Así de esta manera el laboratorio de física volvió a brindar sus servicios después de 30 años.

Como resultado del presente trabajo, una vez adecuado el módulo de óptica del laboratorio de física de la Normal Superior Santa Clara, mediante la caracterización, diagnóstico y adecuación de los equipos de laboratorio, junto con el diseño e implementación de prácticas, se manifiesta el impacto positivo e incremento de actitudes, habilidades y conocimiento en los estudiantes, además, se complementa su formación académica y se proporcionan herramientas que aumentan sus posibilidades de ingreso y permanencia a la educación superior.

Palabras claves: Laboratorio, física, óptica, practicas, caracterización, diagnostico, adecuación, implementación

Contenido

	Pág.
1. Introducción	9
1.1 Objetivos	11
1.1.1 Objetivo general	11
1.1.2 Objetivos específicos.....	11
1.2 Descripción de la metodología	12
2. Institución Colaboradora: Escuela normal superior Santa Clara	13
2.1 Reseña Histórica.....	13
2.2 Información general	14
3. Metodología	16
4. Resultados y discusión	28
4.1 Identificación del problema y presentación como pasante.....	28
4.2 Caracterización y diagnóstico de equipos de laboratorio	30
4.3 Adecuación del laboratorio de física para el módulo de óptica	33
4.4 Diseño de prácticas y creación de material	35
4.5 Implementación de prácticas de laboratorio	36
4.6 Divulgación de resultados	41
5. Conclusiones	44
6. Recomendaciones	46
7. Trabajos futuros	48
8. Bibliografía	50
Anexos	53

Lista de Anexos

	Pág.
Anexo 1. Inventario de equipos de óptica.....	54
Anexo 2. Guía de laboratorio - Distancia Focal, formación de imágenes y magnificación.....	59
Anexo 3. Guía de laboratorio para docente - Distancia Focal, formación de imágenes y magnificación...	63
Anexo 4. Guía de laboratorio - Microscopio y telescopio	70
Anexo 5. Guía de laboratorio para docente - Microscopio y telescopio	74
Anexo 6. Guía de laboratorio - Trazado de rayos, reflexión y refracción	81
Anexo 7. Guía de laboratorio para docente - Trazado de rayos, reflexión y refracción	86
Anexo 8. Guía de laboratorio - Difracción de la luz	94
Anexo 9. Guía de laboratorio para docente - Difracción de la luz.....	98
Anexo 10. Acta de entrega de guías de laboratorio del módulo de óptica e inventario	103

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 2.1. Escudo de la Escuela Normal Superior Santa Clara	15
Figura 2.2. Bandera de la Escuela Normal Superior Santa Clara	15
Figura 3.1. Visita Técnica a las instalaciones de la Normal Superior Santa Clara por parte de un grupo de estudiantes de ingeniería física	17
Figura 3.2. Exposición de estudiantes de la Universidad del Cauca en la semana de ciencia y cultura de la Normal Superior Santa Clara.	18
Figura 3.3. Caracterización y diagnóstico de equipos del laboratorio de física pertenecientes al módulo de óptica	19
Figura 3.4. Jornada de aseo y ubicación de mesas de trabajo para la adecuación del laboratorio de física	20
Figura 3.5. Diseño de prácticas y creación de material en el laboratorio de física de la Universidad del Cauca	22
Figura 3.6. Implementación de práctica de laboratorio por parte de estudiantes de grado once.....	24
Figura 3.7. Implementación de práctica de laboratorio por parte de estudiantes de grado decimo	24
Figura 3.8. Clase de introducción y orientación para entrega de informe.....	25
Figura 3.9. Adecuación de mesas de trabajo y guías impresas	25
Figura 3.10. Ponencia en el encuentro internacional de ciencia para la paz	27
Figura 3.11. Sustentación en la Normal Superior Santa Clara.....	27
Figura 4.1. Laboratorio en desorden y equipos sin identificación	29
Figura 4.2. Presentación ante la comunidad educativa	30
Figura 4.3. Kits de óptica marca CAMG del laboratorio de física	31
Figura 4.4. Reparación y mejoramiento de lámparas	33
Figura 4.5. Laboratorio de física adecuado para la ejecución de prácticas experimentales en el módulo de óptica	34
Figura 4.6. Módulo de óptica identificado	34
Figura 4.7. Asesoramiento a candidatas de pasantía	42

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 4.1. Guías de laboratorio	35
Tabla 4.2. Resultados de la encuesta de distancia focal, formación de imágenes y magnificación	38
Tabla 4.3. Resultados de encuesta de microscopio y telescopio	38

1. Introducción

Almaguer es un municipio colombiano ubicado al sur del departamento del Cauca, fundado en 1551 y también conocido como el ‘Corazón del Macizo Colombiano’, siendo el Macizo Colombiano la estrella hídrica más importante del país. Sus paisajes, habitantes y cultura pueden dejar fascinado a cualquiera que visite estas hermosas tierras, sin embargo, por años el municipio de Almaguer ha sido considerado zona roja debido a la presencia de narcotráfico y grupos armados organizados, como la guerrilla de las FARC y el ELN.

En este municipio se encuentra la Escuela Normal Superior Santa Clara, principal institución educativa de la zona que atiende a más de 500 estudiantes, provenientes de Almaguer y otros municipios cercanos, en diferentes niveles tales como preescolar, básica primaria, básica secundaria, media y programa de formación complementaria. Como parte de la comunidad los estudiantes han sido afectados por el contexto social y dificultades de la región; la violencia, la exclusión, la pobreza, el abandono por parte del estado, la discriminación a causa del conflicto armado y el difícil acceso a la zona han afectado el sector educativo en esta región por años, siendo especialmente crítica la falta de docentes y personal calificado, recursos educativos, infraestructura y financiamiento.

Esto ha generado que los estudiantes presenten dificultades y limitaciones en todas las áreas de formación con graves deficiencias en ciencias naturales, además, la institución cuenta con un laboratorio de física que influye en la problemática de esta área al no ser aprovechado ni utilizado por la comunidad educativa, debido a la falta de una caracterización, diagnóstico y adecuación de los equipos del laboratorio de física y la inexistencia de prácticas experimentales, generando una incompleta formación académica en los estudiantes.

El laboratorio de física de la institución cuenta con equipos de laboratorio para diversos módulos tales como óptica, termodinámica, mecánica, física de fluidos y electricidad y magnetismo, todos los diferentes módulos comparten las mismas dificultades y la inhabilitación de cada uno de estos genera un cierre y desuso total del laboratorio.

En este trabajo buscamos beneficiar a toda la comunidad educativa de la Escuela Normal Superior Santa Clara, facilitando el uso y aprovechamiento del laboratorio de física, mediante una caracterización, diagnóstico y adecuación de los equipos, para diseñar e implementar prácticas de laboratorio en el módulo de óptica, brindando mayor conocimiento y una experiencia significativa en el aprendizaje de la óptica geométrica y electromagnética, complementando la formación académica de los estudiantes y mejorando la calidad de los egresados.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Diseñar e implementar herramientas y recursos para el adecuado uso y aprovechamiento del módulo de óptica en el laboratorio de física de la Escuela Normal Superior Santa Clara del Municipio de Almaguer, Departamento del Cauca.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar un inventario de los equipos y materiales disponibles en el laboratorio de física de la institución correspondientes al módulo de óptica.
- Diagnosticar los equipos disponibles en el módulo de óptica del laboratorio de física de la institución.
- Adecuar los equipos existentes para que puedan ser utilizados en el módulo de óptica del laboratorio de física.
- Diseñar un conjunto de al menos dos prácticas de laboratorio para el módulo de óptica aprovechando el material y los equipos disponibles.
- Crear materiales de apoyo para que los docentes y estudiantes puedan realizar prácticas de laboratorio en el módulo de óptica.
- Implementar las practicas diseñadas y el material de apoyo creado.

1.2 Descripción de la metodología.

Para brindar el adecuado uso y aprovechamiento del laboratorio de física de la Escuela Normal Superior Santa Clara, la ejecución de este trabajo de grado se dividió en 6 etapas.

Etapas 1: se identifica el problema en el laboratorio de física y se realiza la presentación ante la comunidad educativa, mediante una visita técnica a las instalaciones de la institución y la participación en un acto cultural.

Etapas 2: se caracteriza y diagnostica los equipos de laboratorio pertenecientes al módulo de óptica, realizando un inventario de los equipos con los que cuenta el módulo y en qué estado se encuentran.

Etapas 3: se adecua el laboratorio de física para el módulo de óptica, mediante una jornada de aseo, ubicación de mesas de trabajo y organización de equipos, habilitando así el laboratorio para la ejecución de prácticas.

Etapas 4: se realiza el diseño de prácticas y la creación de material, donde se planean cuatro prácticas experimentales abordando temáticas de óptica geométrica y óptica electromagnética, junto con la creación de guías de laboratorio para estudiantes y para docente.

Etapas 5: se implementan las prácticas de laboratorio ya diseñadas en el laboratorio previamente adecuado para obtener resultados y apreciación por parte de los estudiantes.

Etapas 6: se divulgan los resultados realizando dos ponencias, con el propósito de compartir la experiencia, buscar posibles pasantes para continuar con el proceso de adecuación del laboratorio y fortalecer las relaciones interinstitucionales; la primera ponencia en el encuentro internacional de ciencia para la paz y el desarrollo en la Universidad del Cauca y la segunda en la Escuela Normal Superior Santa Clara ante los docentes y administrativos de la institución.

2. Institución Colaboradora: Escuela Normal Superior Santa Clara

2.1 Reseña Histórica

De acuerdo a la historia colectiva de los moradores de Almaguer, la Normal Santa Clara fue fundada en el año de 1926, para más exactitud un ocho de diciembre, fecha en que la iglesia católica celebra la Inmaculada Concepción de la Virgen María, coincidencia o no, pero quienes iban a estar al frente de la dirección de este plantel educativo (desde 1926 hasta el año 2003), serían las Hermanas Franciscanas de María Inmaculada, esta era una congregación de religiosas fundada por la Madre Caridad Brader, en el año de 1894, con el propósito de extender la misión evangelizadora en el continente americano a través de la formación de los más necesitados.

Es así como el 8 de diciembre se creó la Escuela Primaria, iniciando labores académicas el 13 del mismo mes, y dos años después se implementó la Escuela Secundaria con los grados 1º, 2º y 3º; durante esta época surge la idea de crear un internado para alumnas de apartadas regiones y bajos recursos económicos; el cual funcionó hasta el año 2000, época en que las hermanas Franciscanas deciden terminar con este servicio.

A 29 años de ser fundada, la Normal fue nacionalizada y aprobada por Resolución 003 del 12 de enero de 1955, funcionaba con cuatro años de secundaria expidiendo el título de Maestra Elemental. En 1962 se incrementaron dos años de estudio otorgando el título de Maestra Superior.

Desde 1977 hasta 1982 se otorgó el título de Maestra Bachiller según Resolución 0557 del 9 de abril de 1980. En 1982 la Institución fue visitada por supervisores nacionales, quienes dieron su aprobación por Resolución 13012 del 23 de julio de 1982 y a partir de 1983 hasta 1997 se otorgó el título de Bachiller Pedagógico.

Después de un arduo estudio, análisis, trabajo pedagógico y de gestión, especialmente de las directivas, personal docente, estudiantes y con el apoyo de la Administración Municipal, se firmó un convenio con la UNIVERSIDAD MARIANA DE PASTO y se logró la acreditación previa, según Resolución 3680 del 9 de diciembre de 1998, emanada del Ministerio de Educación Nacional; a partir de este momento la Normal cambió su razón social y pasa de Normal Nacional de Señoritas Santa Clara a la nueva denominación ESCUELA NORMAL SUPERIOR SANTA CLARA y se convierte en una institución de carácter mixto.

El 11 de agosto de 1999, la Secretaría de Educación Departamental expidió el acto administrativo de Licencia de Funcionamiento mediante resolución 1628 y el 9 de agosto del año 2000 la misma Secretaría aprobó los estudios desde el nivel de Preescolar hasta el grado Trece.

En la actualidad, la Escuela Normal Superior Santa Clara tiene un convenio con la Universidad del Cauca, convenio que favorece a la escuela en procesos de acreditación y que hace posible el presente trabajo, al permitir el desarrollo del trabajo de grado en modalidad de pasantía dentro la institución.

2.2 Información general

La Escuela Normal Superior Santa Clara es una institución educativa ubicada en el municipio de Almaguer, departamento del Cauca, que atiende a más de 500 estudiantes en sus 300 sedes en diferentes niveles tales como preescolar, básica primaria, básica secundaria, media y programa de formación complementaria. Es un instituto mixto, con calendario A, jornada diurna y que tiene como especialidad la pedagogía. Dentro de los símbolos que representan la institución se encuentra el escudo (figura 2.1) y la bandera (figura 2.2).



Figura 2.1. Escudo de la Escuela Normal Superior Santa Clara

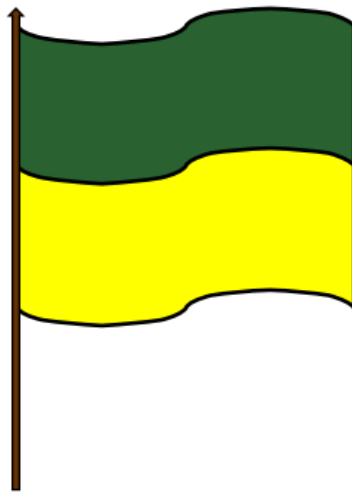


Figura 2.2. Bandera de la Escuela Normal Superior Santa Clara

3. METODOLOGÍA

Con el fin de lograr el objetivo general, se diseña un plan de acción en etapas, con base a los objetivos específicos, para desarrollarse progresivamente y que los resultados en conjunto de cada etapa brinden herramientas y recursos para el adecuado uso y aprovechamiento del laboratorio de física de la Normal Superior Santa Clara en el módulo de óptica.

Etapas 1. Identificación del problema y presentación como pasante: Una vez se confiere el permiso académico a un grupo de estudiantes de ingeniería física, acompañados por el coordinador del programa, se realiza una visita técnica al municipio de Almaguer específicamente a las instalaciones de la Escuela Normal Superior Santa Clara el día 13 de mayo de 2022 (figura 3.1).

Dentro de las instalaciones se hace un recorrido completo para familiarizarse con la institución, haciendo énfasis en lugares como el laboratorio de física, el laboratorio de química, la sala de sistemas y la sala de ParcheTic. El propósito principal es identificar dificultades y problemáticas en cada uno de estos espacios, para pensar posibles soluciones, un plan de acción y la probable ejecución de este mediante una pasantía. La visita técnica dentro de la institución es guiada por el docente de física de la Normal Superior Santa Clara, Luis Edmundo Ortiz.

Dentro del laboratorio de física, que es el espacio de interés, se realiza una revisión más a detalle del espacio y los equipos, identificado que todos los equipos del laboratorio están mezclados y en desorden sin una clara identificación de a que modulo corresponden, adicionalmente, la demás información relevante respecto al laboratorio de física es proporcionada por el docente Luis Edmundo gracias a sus saberes previos, el cual informa que el laboratorio ha estado en desuso por más de treinta años y que los equipos del laboratorio de física no están caracterizados ni diagnosticados, además, no se tienen practicas experimentales diseñadas.



Figura 3.1. Visita Técnica a las instalaciones de la Normal Superior Santa Clara por parte de un grupo de estudiantes de ingeniería física.

En la foto, de izquierda a derecha: Carlos Andrés Astaiza, Franco Julián Campo, Diego Fernando Coral (Coordinador de Ingeniería Física), Miguel Angel Astaiza, Carlos Guillermo Rodríguez y Luis Edmundo Ortiz (Docente de la Normal Superior Santa Clara).

Posteriormente, el día 16 de septiembre de 2022 con el propósito conocer a la comunidad educativa, presentar el trabajo a realizar como pasante y despertar el interés y curiosidad por el laboratorio de física y sus equipos, se participó en la semana de ciencia y cultura dentro de las instalaciones de la Normal Superior Santa Clara, haciendo una exposición y presentando algunos equipos de laboratorio a cada grupo de estudiantes presente (figura 3.2).

La exposición en el evento estuvo a cargo de dos estudiantes de la Universidad del Cauca, representando a esta y haciendo alusión a la importancia del convenio entre las instituciones, además, demostrando la capacidad y formación de los unicaucanos para servir al departamento y abordar diferentes problemáticas.



Figura 3.2. Exposición de estudiantes de la Universidad del Cauca en la semana de ciencia y cultura de la Normal Superior Santa Clara.

Etapla 2. Caracterización y diagnóstico de equipos de laboratorio: Desde agosto hasta septiembre de 2022 se realiza la caracterización de todos los equipos del laboratorio de física de la Normal Superior Santa Clara pertenecientes al módulo de óptica, identificando el nombre o referencia, composición y precio en el mercado de cada equipo, gracias a una exhaustiva investigación en catálogos y páginas web de fabricantes de equipos para laboratorio, además, se transportaron equipos pertenecientes al módulo de óptica desde la institución hasta la ciudad de Popayán para poder consultar con expertos, tales como docentes de la Universidad del Cauca y especialistas en tiendas de tecnología.

Junto con el proceso de caracterización se realiza el diagnóstico (figura 3.3), para identificar en qué estado se encuentra cada equipo según su funcionalidad y poder clasificarlos en diferentes categorías, luego de brindar un diagnóstico a cada equipo, se identifica el problema de todos los equipos que no estén en perfecto estado, proponiendo posibles soluciones ante la institución y en la medida de lo posible por cuenta propia se realiza la reparación y el rescate de los equipos defectuosos como bombillas, piezas rotas y circuitos dañados.



Figura 3.3. Caracterización y diagnóstico de equipos del laboratorio de física pertenecientes al módulo de óptica.

Etapa 3. Adecuación del laboratorio de física para el módulo de óptica: Una vez identificado todos los equipos de laboratorio pertenecientes al módulo de óptica con los cuales se pueden trabajar y realizar prácticas, se dispone el laboratorio para la ejecución de dichas prácticas.

Para la adecuación del laboratorio se utilizan referencias tales como la normas ICONTEC (NTC 4595) y manuales e instructivos para la adecuación y seguridad en laboratorios por parte universidades y fabricantes de equipos, la adecuación se realiza lo más ceñido posible a las referencias dentro de las posibilidades económicas y de infraestructura de la institución. Por ende, se realizó una jornada de aseo, ubicación de mesas de trabajo con sillas, habilitación de ventanas para la ventilación y una clara separación de los equipos pertenecientes al módulo de óptica de los demás equipos del laboratorio (figura 3.4).



Figura 3.4. Ubicación de mesas de trabajo y jornada de aseo para la adecuación del laboratorio de física.

Etapa 4. Diseño de prácticas y creación de material: Antes del diseño de las prácticas de laboratorio se identifica el nivel académico de los estudiantes que cursan décimo y once, grados en los cuales se dicta la materia de física, para poder diseñar practicas experimentales que correspondan a la realidad del contexto de la institución. Posterior a esto analizando los equipos disponibles, se determina que área de la óptica se puede trabajar, teniendo en cuenta las dos ramas principales de la óptica clásica: la óptica geométrica y la óptica electromagnética.

Junto con el diseño de las prácticas se crea el material, el cual es la guía de laboratorio, disponible en dos versiones: estudiante y docente.

Para la creación de las guías de laboratorio se utilizaron diferentes referencias, con el fin poder extraer la estructura en general de expertos en el tema. En este caso se usó como material bibliográfico manuales de instrucciones y guías de experimentos de diferentes academias y fabricantes de equipos de laboratorio, como PASCO, LEYBOLD y PHYWE.

Desde el mes de octubre del 2022 hasta enero del 2023, se realiza una búsqueda bibliográfica intensa que permite dominar los conocimientos necesarios de óptica, con un estudio e investigación permanente, para redactan las guías de laboratorio, aplicando los conocimientos de física obtenidos y la estructura pertinente.

Adicionalmente con el fin de tener una guía para el docente solucionada, que permita una preparación previa y entender los resultados que se van a obtener en la práctica de laboratorio, se traen equipos de la Normal Superior Santa Clara para trabajar con estos y montar cada practica en los laboratorios de física de la Universidad del Cauca (figura 3.5), debido principalmente a la excelente adecuación de estos laboratorios, equipos adicionales que facilitan el trabajo, acceso a internet y con una estable y segura red eléctrica.



Figura 3.5. Diseño de prácticas y creación de material en el laboratorio de física de la Universidad del Cauca.

Etapa 5. Implementación de las prácticas de laboratorio: Con intención de ejecutar las practicas previamente diseñadas y utilizar el material creado, para obtener la opinión y evaluación por parte de los estudiantes, se cita al laboratorio de física dos cursos de grado once el 4 de noviembre de 2022 (figura 3.6) y tres cursos del grado decimo los días 8 y 9 de noviembre del mismo año (figura 3.7).

Se dispone de dos horas de trabajo dentro del laboratorio para cada curso, donde los estudiantes cuentan con el constante acompañamiento y guía del pasante y del docente de física de la institución.

Momentos previos a la ejecución de la práctica, aplicando los conocimientos pedagógicos adquiridos, se brinda a los estudiantes una clase introductoria sobre el tema a desarrollar en la práctica, explicándoles el principio físico, los equipos de laboratorio, como abordar una guía de laboratorio, el trabajo en casa que deben realizar y las condiciones para la entrega del informe. (figura 3.8).

Para la ejecución de la práctica se divide el curso en cuatro grupos, proporcionándole a cada grupo su mesa de trabajo, sillas, material de trabajo y guías de laboratorio en formato físico para mayor facilidad y comprensión de los estudiantes (figura 3.9).

Al finalizar cada practica se realiza una encuesta de manera individual, con preguntas relacionadas a la estructura de la guía de laboratorio y de la practica en general con el propósito de tener una información más completa sobre la opinión y apreciación de los estudiantes.

Tres días después de cada practica los estudiantes presentan sus resultados mediante un informe de laboratorio, elaborado según las indicaciones brindadas durante la práctica y entregado al docente de física de la institución. Finalmente, el docente dispone todos los informes al pasante, en total ciento once informes de laboratorio para calificar y extraer toda la información necesaria que permita realizar ajustes en las prácticas ya diseñadas.



Figura 3.6. Implementación de práctica de laboratorio por parte de estudiantes de grado once.



Figura 3.7. Implementación de práctica de laboratorio por parte de estudiantes de grado décimo.

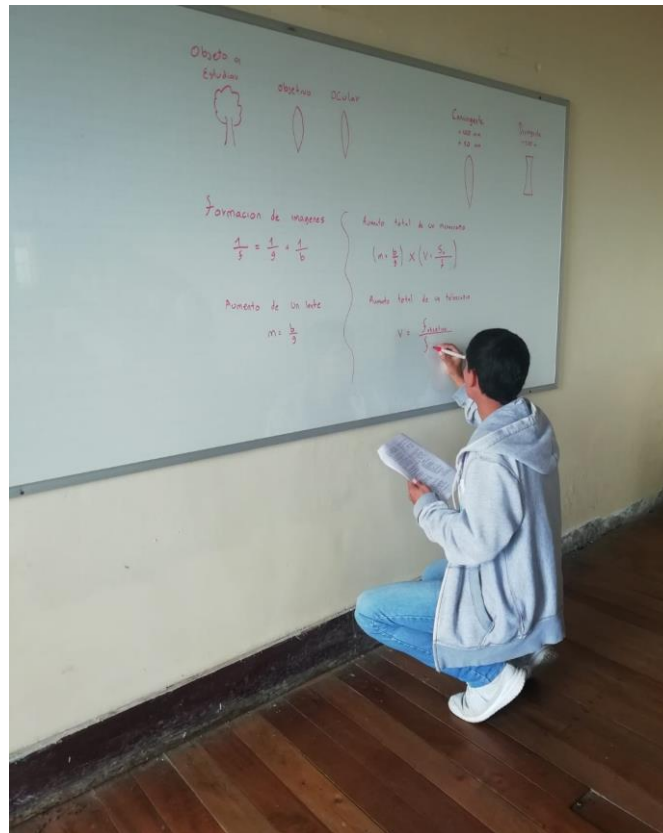


Figura 3.8. Clase de introducción y orientación para entrega de informe.



Figura 3.9. Adecuación de mesas de trabajo y guías impresas.

Etapla 6. Divulgación de resultados: Luego de obtener avances y resultados en el presente trabajo, se realizan dos ponencias con la intención de compartir la experiencia y presentar los resultados y logros alcanzados, una en el encuentro internacional de ciencia para la paz y el desarrollo en la Universidad del Cauca y otra ante los docentes y administrativos en la Normal Superior Santa Clara.

Entre el 28 y 30 de noviembre de 2022 se realiza en la Universidad del Cauca el encuentro internacional de ciencia para la paz y el desarrollo con la organización del programa de Ingeniería Física y las asociaciones estudiantiles AESS, SIA, GRIF, CACIF y la SCIF. El evento se realiza en el marco del Día Mundial de la Ciencia para la Paz y el Desarrollo declarado por la ONU.

En este evento se realiza la ponencia del póster titulado ADECUACIÓN DEL MÓDULO DE ÓPTICA PARA EL LABORATORIO DE FÍSICA DE LA ESCUELA NORMAL SUPERIOR SANTA CLARA (figura 3.10), teniendo como propósito principal dar a conocer el trabajo que se realiza y el convenio entre las instituciones, además, buscar posibles pasantes, estudiantes de último semestre que estén interesados en continuar con el proceso de la adecuación del laboratorio de física de la Normal Superior Santa Clara.

Finalmente, luego de alcanzar todos los objetivos, el 15 de febrero de 2023 se realiza una presentación en el auditorio principal de la Normal Superior Santa Clara ante administrativos y docentes de esta institución e instituciones cercanas del municipio de Almaguer (figura 3.11), con la finalidad de dar a conocer el trabajo llevado a cabo, fortalecer las relaciones interinstitucionales, resaltar las capacidades de los estudiantes de la Universidad del Cauca e incentivar y justificar el apoyo económico a los futuros pasantes.



Figura 3.10. Ponencia en el encuentro internacional de ciencia para la paz.



Figura 3.11. Sustentación en la Normal Superior Santa Clara.

4. RESULTADOS

Luego de ejecutar progresivamente la metodología, se obtienen resultados de cada una de las seis etapas que en conjunto permiten el adecuado uso y aprovechamiento del laboratorio de física de la Normal Superior Santa Clara.

4.1 Identificación del problema y presentación como pasante

Gracias a la visita técnica del 13 de mayo de 2022 a la Normal Superior Santa Clara, se logró conocer totalmente las instalaciones de la institución e identificar los problemas y dificultades de espacios tales como el laboratorio de química, la sala de sistemas, la sala de ParcheTic y el laboratorio de física, siendo este último el espacio de principal interés en el presente trabajo.

El laboratorio de física, un espacio que cuenta con diferentes módulos tales como mecánica, electricidad y magnetismo, óptica, mecánica de fluidos y termodinámica, cada uno de estos módulos cuenta con una gran variedad de equipos y kits, sin embargo, debido al cierre y desuso del laboratorio por más de treinta años a causa de la inexistencia de prácticas experimentales y falta de personal calificado, todos los equipos están en mal estado y en desorden sin una clara identificación de a que modulo pertenecen (figura 4.1), por ende, la problemática del laboratorio de física es la inexistencia de una caracterización y diagnóstico de los equipos y adecuación del espacio, junto con la falta de diseño de prácticas de laboratorio para cada uno de los módulos. Otros problemas adicionales son las malas conexiones eléctricas y la falta múltiples tomacorrientes, falta de equipos de seguridad para preservar la integridad de los estudiantes y el suelo en madera del laboratorio deteriorado y en desnivel.

En cada uno de los espacios visitados, con la ayuda del coordinador de ingeniería física, se realiza una lluvia de ideas para proponer posibles soluciones y proyectar cuales serían los objetivos para un estudiante que asuma la pasantía. En el caso del laboratorio de física se reconoce que un pasante solo podrá asumir un módulo en particular por el extenso trabajo pendiente en cada uno de estos.

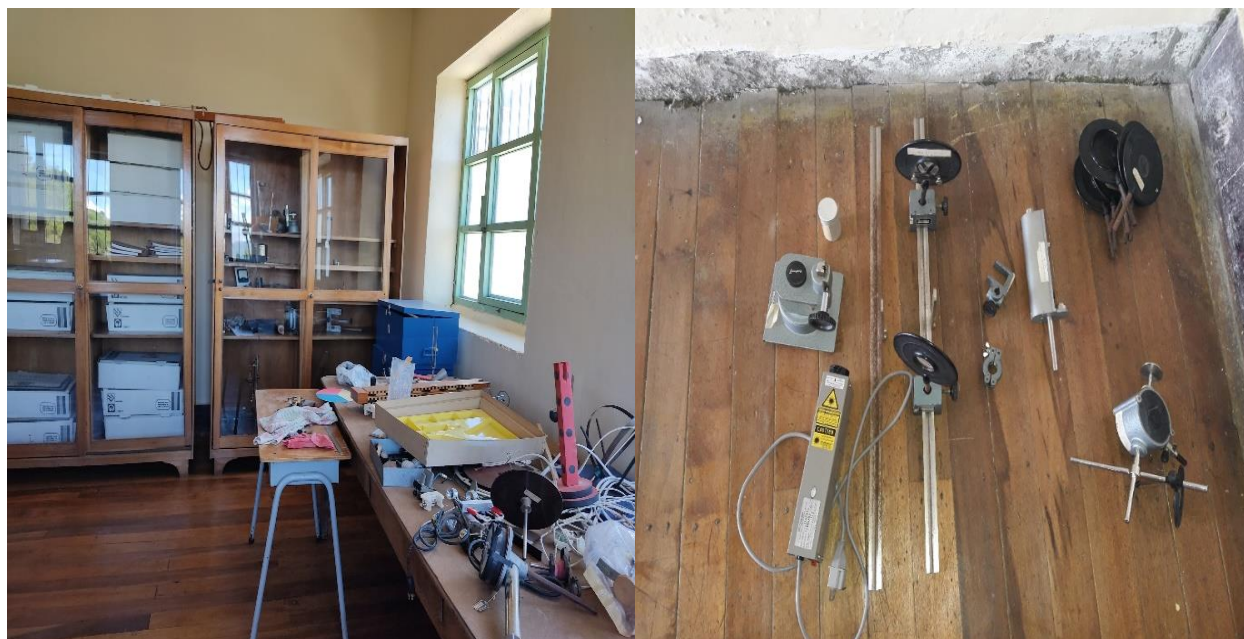


Figura 4.1. Laboratorio en desorden y equipos sin identificación.

Posteriormente, el 16 de septiembre de 2022 se realiza la presentación como pasante ante la comunidad educativa participando en la semana de cultura y ciencia (figura 4.2), luego de ser el primero en decidir la pasantía en la Normal Superior Santa Clara como trabajo de grado, asumiendo constantes dificultades como problemas viales, la estadía, la alimentación, el clima y el reto de ser el pionero, motivado por el deseo de contribuir a la educación de los jóvenes estudiantes de la institución.

Gracias a la participación en este evento se logra conocer a los estudiantes de diferentes grados, algunos docentes y administrativos, mientras que los estudiantes logran conocer el plan de trabajo que se pretende realizar. En los estudiantes se logra despertar el interés y expectativa por la pronta

habilitación del laboratorio de física, ya que con más de treinta años de desuso ningún estudiante había podido aprovechar el espacio. Al enseñarle a los estudiantes en la presentación durante el evento algunos equipos de laboratorio se logra apreciar estos resultados y notar su interés y ganas por realizar prácticas con estos, abordándonos con muchas preguntas y constante participación.



Figura 4.2. Presentación ante la comunidad educativa.

4.2 Caracterización y diagnóstico de equipos de laboratorio

Luego de una exhaustiva investigación sobre los elementos y equipos presentes del laboratorio de física se logra identificar los pertenecientes al módulo de óptica, posterior a esto se caracterizan y diagnostican cada uno de los equipos mediante un inventario ([ver Anexo 1](#)), donde se evidencia la presencia de equipos y elementos tales como lámparas, laser, diafragmas, prismas, espejos, lentes, filtros de colores y demás elementos necesarios para los montajes experimentales del módulo de óptica.

El inventario cuenta con un código que permite identificar el equipo, el nombre del equipo, el material de composición, el precio, la cantidad y el estado. La asignación del estado del equipo cuenta con cinco opciones:

- Funcional: equipo totalmente operativo.
- Por reparar: equipo inoperativo, pero tiene arreglo.
- Reparado: equipo que estaba inoperativo, pero por cuenta propia se logra reparar.
- Inoperativo: equipo que en su condición actual no funciona.
- Falta: el equipo ha sido extraviado.

Los estados de reparado, por reparar e inoperativo cuenta con un comentario dentro del inventario que describe el problema que presenta el equipo, por ejemplo, los problemas más comunes son las piezas rotas y lentes desprendidos de su soporte.

En la variedad de equipos de laboratorio pertenecientes al módulo de óptica se encuentran unos kits (figura 4.3), estas son cuatro cajas azules de la marca CAMG, las cuales deberían estar conformadas exactamente por los mismos equipos. Se realiza una enumeración marcando del uno hasta el cuatro cada caja para posteriormente poder diferenciarlas dentro del inventario.



Figura 4.3. Kits de óptica marca CAMG del laboratorio de física.

Adicionalmente, el inventario cuenta con fotografías de todos los equipos de laboratorio pertenecientes al módulo de óptica, con su respectivo nombre y código representados en un listado.

Para el diagnóstico de los equipos de laboratorio del módulo de óptica inicialmente se realiza una limpieza y desoxidación de la mayoría de estos, ya que con más de treinta años de almacenamiento el polvo y óxido impiden el diagnóstico de los equipos.

El proceso de diagnóstico como resultado logra determinar el estado de funcionalidad de cada uno de los equipos de laboratorio pertenecientes al módulo de óptica mediante exámenes físicos y pruebas de uso, por ejemplo, se comprueba el estado de los lentes y la firmeza de su soporte, el circuito eléctrico de las lámparas, la funcionalidad de los prismas, entre otros. Uno de los principales problemas se encontró en las lámparas debido a su poca intensidad lumínica que limita la visualización del fenómeno físico durante las prácticas.

Luego de culminar el diagnóstico en su primera versión, se evalúan todos los equipos que luego de la limpieza y prueba de uso se encuentran en el estado de por reparar, para intervenirlos en la medida de lo posible y que se reasignen al estado de reparado. Finalmente se logra reparar la mayoría de equipos con acciones tales como unión y pegamento de piezas y soldadura de cables. Los equipos que después de esto aún permanecen en el estado por reparar se debe principalmente a que es necesario la compra de repuestos.

De todos los equipos reparados tales como diferentes lentes y soportes, se destaca la intervención a las lámparas de halógeno de los kits, las cuales se revisó y reparó el circuito para poder estar en el estado funcional y reparado, pero además de esto, debido a la poca intensidad lumínica que dificultaba la realización de las prácticas de laboratorio con estas lámparas, se reemplazó cada bombilla halógena por diodo led (figura 4.4), adaptando el circuito, lo que brinda unas lámparas con mayor intensidad de luz las cuales son más óptimas para la realización de prácticas. Esta

intervención se realizó gracias a los resultados y evaluación por parte de los estudiantes de la practica Distancia focal, formación de imágenes y magnificación, donde el mas del 20% de los estudiantes desaprueban la funcionalidad de este equipo.

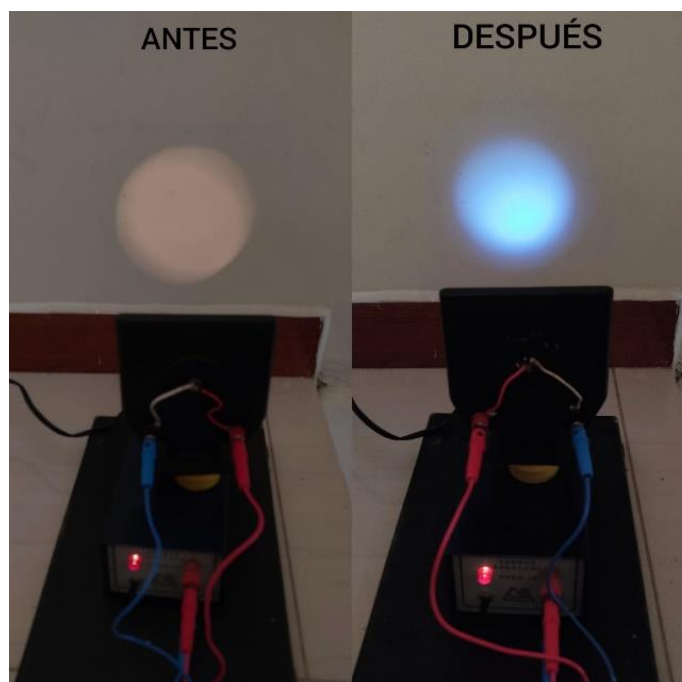


Figura 4.4. Reparación y mejoramiento de lámparas.

4.3 Adecuación del laboratorio de física para el módulo de óptica

Luego de caracterizar, diagnosticar y reparar los equipos pertenecientes al módulo de óptica, se adecua el laboratorio de física para realizar prácticas del módulo de óptica brindando a los estudiantes un espacio aseado, el equipo necesario y mesas de trabajo con sillas para cada grupo (figura 4.5), esto con el fin de ceñirse lo mejor posible a las normas y referencias bibliográficas sobre una correcta adecuación de un laboratorio.

Además, los equipos de laboratorio pertenecientes al módulo de óptica quedan claramente identificados y separados de los demás equipos del laboratorio, ubicados en un armario para su correcto almacenamiento y junto a este las cuatro cajas azules que contienen los kits (figura 4.6).



Figura 4.5. Laboratorio de física adecuado para la ejecución de prácticas experimentales en el módulo de óptica.



Figura 4.6. Módulo de óptica identificado.

4.4 Diseño de prácticas y creación de material

Identificando el nivel académico de los estudiantes de grado decimo y once, gracias a la información suministrada por el docente de física respecto a las temáticas abordadas en el curso, se reconocen algunas falencias y dificultades que retrasan el plan académico y la formación de los estudiantes debido principalmente al contexto social, teniendo esto presente se diseñan las practicas con base a los equipos de laboratorio disponibles.

Ya que los kits cuentan con equipos tales como lámparas, diafragmas, prismas, espejos y lentes, estos permiten el diseño de prácticas de óptica geométrica, además, gracias a la disponibilidad del láser y rejillas de alambres es posible el diseño de prácticas de óptica electromagnética.

Finalmente se logra diseñar cuatro prácticas en total, cada una de estas diseñada en dos versiones, versión estudiante y versión docente (tabla 4.1).

Tabla 4.1. Guías de laboratorio.

Guía	Nombre	Versión	
1	Distancia focal, formación de imágenes y magnificación	Estudiante (ver Anexo 2)	Docente (ver Anexo 3)
2	Microscopio y telescopio	Estudiante (ver Anexo 4)	Docente (ver Anexo 5)
3	Trazado de rayos, reflexión y refracción	Estudiante (ver Anexo 6)	Docente (ver Anexo 7)
4	Difracción de la luz	Estudiante (ver Anexo 8)	Docente (ver Anexo 9)

Cada practica diseñada presenta su respectiva guía de laboratorio para estudiantes y para el docente, las cuales cuentan con una introducción, que presenta el fenómeno físico a observar en la práctica, objetivos, montajes, las cuales son ilustraciones tanto reales como ilustrativas del montaje

experimental a realizar, lista de equipos, que indica todos los equipos y elementos necesarios para el desarrollo de la práctica, instructivo paso a paso, que ha detalle indica cómo desarrollar la práctica, trabajo en casa, que es la parte a desarrollar por parte del estudiante para entregar en el informe y finalmente precauciones, para salvaguardar la integridad de los estudiantes y del laboratorio, adicionalmente, la guía para el docente presenta contenido adicional que permite y facilita la orientación y explicación de la temática y la ejecución de la práctica, donde se sugiere y brinda el principio físico a explicar, actividades previas, para ambientar la práctica de su ejecución, duración estimada de la práctica y condiciones para la entrega del informe, además, la guía docente de cada práctica se encuentra totalmente solucionada para que el docente tenga una referencia de las respuestas y resultados esperados, de esta manera podrá comparar y evaluar de manera más eficiente a los estudiantes.

En el mes de abril de 2023 se hace la entrega formal de las cuatro practicas creadas en formato virtual ante la Normal Superior Santa Clara, cada uno en sus dos versiones, estudiante y docente, junto con el inventario de los equipos de laboratorio pertenecientes al módulo de óptica, la cual se certifica mediante un acta (ver Anexo 10).

4.5 Implementación de prácticas de laboratorio

Para el mes de noviembre de 2022 se ejecutan dos de las practicas diseñadas, distancia focal, formación de imágenes y magnificación con grado once y microscopio y telescopio con grado décimo. No se logra ejecutar la totalidad de las practicas diseñadas debido a que en diciembre de 2022 termina el año lectivo y el inicio de las actividades académicas en la institución programadas para enero se pospone más de un mes por paro de docentes a nivel nacional.

Para cada práctica se dispone de aproximadamente 30 minutos antes de la ejecución para brindar

una clase introductoria, donde se abordan temas e instrucciones de gran importancia debido a que los estudiantes por primera vez en su vida realizarán una práctica experimental en un laboratorio de física, primero, se familiariza a los estudiantes con el espacio y zona de trabajo, segundo, se orientan indicaciones para una correcta realización de la práctica y cómo abordar la guía de laboratorio, tercero, se brindan instrucciones para el trabajo en equipo y el correcto manejo del tiempo, cuarto, se contextualiza a los estudiantes sobre el tema y fenómeno físico a observar durante la práctica, quinto, se informa a los estudiantes sobre los riesgos y precauciones juntos con los equipos de los que disponen durante la práctica.

La totalidad de los estudiantes de los diferentes cursos logra terminar la ejecución de la práctica con éxito, con el constante acompañamiento y despeje de dudas por parte del pasante y del docente de física. Cada estudiante después de la práctica lleva consigo observaciones y resultados obtenidos para poder presentar el informe de laboratorio con un plazo máximo de tres días después del día de la práctica.

Además, al final cada práctica se entrega una encuesta impresa a cada estudiante que consta de diez preguntas relacionadas a la estructura de la guía y la ejecución de la práctica. Los resultados de la encuesta brindan la evaluación por parte de los estudiantes a las prácticas diseñadas y el material creado junto con su opinión. Con base a los resultados de la encuesta se pretenden realizar los ajustes pertinentes donde se evidencie la desaprobación por parte de los estudiantes

Inicialmente los resultados de la primera encuesta (tabla 4.2) brindan la opinión de cuarenta estudiantes de grado once que ejecutaron la práctica de distancia focal, formación de imágenes y magnificación.

Los resultados de la segunda encuesta (tabla 4.3) informan la opinión de setenta y un estudiantes de grado decimo que ejecutaron la práctica de microscopio y telescopio.

Tabla 4.2. Resultados de la encuesta de distancia focal, formación de imágenes y magnificación.

Numero	Pregunta	SI	NO
1	¿Considera usted que el paso a paso de la ejecución de los experimentos fue clara y entendible?	40	0
2	¿Lo experimentado en la práctica es coherente y corresponde a la teoría explicada previamente por el profesor?	40	0
3	¿Los objetivos de la práctica son coherentes y corresponden a lo aprendido en la práctica?	40	0
4	¿Considera apropiado el tiempo que se le brindo para la ejecución de la práctica?	33	7
5	¿Considera apropiado el tiempo que le brindo para la entrega del informe?	18	22
6	¿Las ilustraciones de los montajes son claras y ayudan a que usted pueda realizarlas?	39	1
7	¿Se le brindo todo el equipo mencionado en la guía y en total funcionalidad?	31	9
8	¿Las preguntas en las observaciones son claras y corresponden a lo ejecutado en la práctica?	40	0
9	¿Las preguntas en la evaluación son claras, corresponden a lo ejecutado en la práctica y ayudan a alcanzar los objetivos de la práctica?	36	4
10	¿Las precauciones son claras y lo advierten de los peligros?	40	0

Tabla 4.3. Resultados de encuesta de microscopio y telescopio.

Numero	Pregunta	SI	NO
1	¿Considera usted que el paso a paso de la ejecución de los experimentos fue clara y entendible?	71	0
2	¿Lo experimentado en la práctica es coherente y corresponde a la teoría explicada previamente por el profesor?	71	0
3	¿Los objetivos de la práctica son coherentes y corresponden a lo aprendido en la práctica?	69	2
4	¿Considera apropiado el tiempo que se le brindo para la ejecución de la práctica?	48	23
5	¿Considera apropiado el tiempo que le brindo para la entrega del informe?	47	24
6	¿Las ilustraciones de los montajes son claras y ayudan a que usted pueda realizarlas?	68	3

7	¿Se le brindo todo el equipo mencionado en la guía y en total funcionalidad?	52	19
8	¿Las preguntas en las observaciones son claras y corresponden a lo ejecutado en la práctica?	71	0
9	¿Las preguntas en la evaluación son claras, corresponden a lo ejecutado en la práctica y ayudan a alcanzar los objetivos de la práctica?	67	4
10	¿Las precauciones son claras y lo advierten de los peligros?	70	1

Analizando las tablas 4.2 y 4.3 se nota la aceptación y aprobación de manera general por parte de los estudiantes a las practicas diseñadas y material creado, con la excepción de tres preguntas con una desaprobación del mas de 10%. La cuarta, quinta y séptima pregunta cuenta con una desaprobación del 32%, 34% y 27% respetivamente, por parte del grado décimo y 18%, 55% y 23%, por parte del grado once.

La desaprobación en la cuarta pregunta corresponde principalmente al recorte de tiempo disponible para la ejecución de la practica debido a la clase introductoria, dificultad que se pretende solucionar en futuras practicas orientando esta clase previamente en el aula y no en el laboratorio durante la práctica.

La desaprobación en la quinta pregunta corresponde principalmente a la carga y actividades pendientes en otras materias que limitan el tiempo de los estudiantes para la realización del informe, sin embargo, de acuerdo a la exigencia y complejidad del desarrollo para la entrega del informe, se considera que no es necesario mucho tiempo y tres días es un tiempo pertinente, además, se pretende buscar una exigencia adecuada en los estudiantes para fomentar el buen manejo del tiempo y ritmo de trabajo, teniendo en cuenta para la realización del informe se solicita un trabajo a mano con portada, introducción, desarrollo, análisis y conclusiones, de manera individual para garantizar el trabajo y esfuerzo cada uno de los estudiantes.

La desaprobación en la séptima pregunta corresponde principalmente a que a pesar de que los equipos estaban previamente adecuados, por su antigüedad y tiempo de almacenamiento en cualquier momento pueden presentar fallas e interrumpir con la ejecución de la práctica, gracias al resultado de esta pregunta se realiza la modificación en las lámparas halógenas, haciendo el cambio de bombilla por un led en cada caso, debido a que este fue el equipo más ineficiente y la razón principal de la desaprobación por parte de los estudiantes. Una vez realizado este ajuste se espera no volver a contar con este problema ni con la desaprobación de los alumnos.

Tres días después de cada practica la totalidad de los estudiantes presentan de manera individual el informe de laboratorio. Durante la calificación de este se evidencia el entendimiento de las instrucciones para la entrega del informe, con excelente orden, también de manera general presenta un buen desarrollo del cuestionario, a pesar de la breve explicación previa, los estudiantes en sus capacidades investigativas se informan y complementan gracias al gusto e interés por la materia y las prácticas de laboratorio. Finalmente se entregan las notas de cada informe al docente de física para que continúe con su proceso de evaluación del curso.

Una vez ejecutadas las practicas con base a lo observado y la opinión de los estudiantes se realizan ajustes y sugerencias para la mejora de estas, las sugerencias se plantean a detalle dentro de cada guía de laboratorio, como la adquisición de nuevos equipos que potencialicen y combinen bien los equipos ya disponibles, por ejemplo, mesas graduables como soporte para el láser y para los prismas. Los ajustes realizados en las practicas implementadas se extrapolan a las practicas no ejecutadas, así finalmente en conjunto la totalidad de las practicas se adecuan lo mejor posible a la necesidad de los estudiantes de la institución.

4.6 Divulgación de resultados

La ponencia del presente trabajo de grado en el encuentro internacional de ciencia para la paz y el desarrollo realizada el 30 de noviembre de 2022, logra alcanzar sus propósitos principales, tales como, dar a conocer el trabajo realizado, informar sobre el convenio entre las instituciones y buscar posibles pasantes.

Docentes y estudiantes de diferentes semestres logran conocer el trabajo realizado en la Normal Superior Santa Clara y el convenio que esta institución tiene con la Universidad del Cauca, siendo informados de la justificación, metodología y resultados del trabajo, junto con experiencias personales y opiniones, además, se les explica a los estudiantes que pueden aprovechar este convenio mediante un voluntariado o pasantía, dependiendo de sus intereses y el semestre cursado, siendo posible un voluntariado homologable como AIP en cualquier semestre o una pasantía como trabajo de grado en últimos semestres.

Adicionalmente, se logra encontrar dos estudiantes de último semestre sin trabajo de grado definido, interesadas en continuar y contribuir con el proceso de la adecuación del laboratorio de física de la institución. Las estudiantes durante la ponencia reciben toda la información necesaria como tramites, propósito, metodología, experiencia personal y recomendaciones, de igual manera durante el espacio resuelven todas sus dudas y se convencen de realizar la pasantía en la Normal Santa Clara como trabajo de grado (figura 4.7).



Figura 4.7. Asesoramiento a candidatas de pasantía.

En la foto, de izquierda a derecha: Miguel Angel Astaiza Cordoba, Lina Marcela Escobar y Diana Marcela Pérez.

Finalmente, la segunda ponencia del presente trabajo de grado en la Normal Superior Santa Clara ante los docentes y administrativos de la institución, logra informar a detalle el trabajo realizado con los logros y metas alcanzadas, junto con todo el esfuerzo, estudio y dedicación durante la ejecución. Esto con la intención de dar mérito al trabajo realizado y justificar el apoyo económico recibido por parte de la institución durante toda la pasantía, demostrando que la inversión presenta frutos exitosos.

De esta manera se expone ante el auditorio que es en extremo necesario el apoyo económico a los pasantes para aprovechar su máximo potencial en pro de la institución, con la intención principal de incentivar el financiamiento a los futuros pasantes que continúan con el proceso de adecuación del laboratorio de física.

De manera complementaria se recalca la importancia del convenio y las relaciones interinstitucionales por razones de acreditación, junto con las capacidades y excelente formación de los estudiantes de la Universidad del Cauca, puestos al servicio del departamento.

Los decentes presentes reciben con mucho agrado la presentación de los resultados y manifestado agradecimiento, ya que desde sus opiniones, es inaudito que un laboratorio de física con gran cantidad de equipos de buena calidad no preste su servicio y por más de 30 años haya estado inhabilitado.

5. Conclusiones

En virtud de lo expuesto en el presente trabajo de grado, se logra habilitar el módulo de óptica del laboratorio de física de la Normal Superior Santa Clara después de más de 30 años de desuso, gracias al diseño e implementación de herramientas y recursos para el adecuado uso y aprovechamiento de los materiales disponibles, mediante la caracterización, diagnóstico y adecuación de los equipos de laboratorio, junto con el diseño e implementación de prácticas.

Los estudiantes de grados decimo y once logran por primera vez en su vida realizar una práctica experimental en el laboratorio de física de la institución, además, gracias a su evaluación y opinión respecto a las practicas se realizan ajustes y reparaciones para adecuar lo mejor posible el diseño y material a sus necesidades y contexto de la institución.

Durante la ejecución de las prácticas experimentales adicionalmente en los estudiantes también se evidencia sentido de pertenencia y despertar del interés investigativo, presentando constante participación, actitud trabajadora, buen manejo de las guías y uso de su imaginación, además, reconociendo los equipos de laboratorio como suyos y a su servicio. También es notorio que las prácticas diseñadas se ajustan bastante bien a las necesidades y contexto de la institución, justificado principalmente en los resultados mencionados y la aprobación por parte de los estudiantes mediante la encuesta realizada.

Se realizó una adecuación del espacio físico del laboratorio teniendo en cuenta las recomendaciones de las normas ICONTEC (NTC 4595) y otras referencias bibliográficas, brindando a los estudiantes un espacio donde pueden realizar de forma adecuada las prácticas de laboratorio, gracias a esto los estudiantes ahora tienen a su disposición un espacio limpio, adecuadamente ventilado e iluminado, con el mobiliario correspondiente y equipos correctamente

almacenados e identificados.

Finalmente, para potencializar los resultados obtenidos junto con las actitudes, habilidades y conocimiento en los estudiantes, es de prioritaria importancia continuar con el proceso de adecuación del laboratorio de física de la institución habilitando la totalidad de los módulos, razón por la cual se divulgaron los resultados, además de informar y justificar el apoyo económico.

6. Recomendaciones

Con base a la experiencia del trabajo y resultados de la implementación de las practicas se plantean sugerencias ante la Normal Superior Santa Clara para el mejoramiento y adecuación del laboratorio de física.

Inicialmente es de carácter prioritario mejorar las instalaciones e infraestructura del laboratorio de física, particularmente la red eléctrica y suelo. El laboratorio de física debe disponer de múltiples tomacorrientes con un cableado eléctrico que no esté a la vista, para salvaguardar la seguridad de los estudiantes y aumentar los servicios prestantes del laboratorio. Además, un piso de madera antiguo, deteriorado, inclinado y que se deforma con el peso y el caminar de las personas, no es propicio para cualquier laboratorio, es oportuno realizar un cambio y renovación del piso del laboratorio de física.

Dentro de un laboratorio lo más importante son los estudiantes y su protección, por tanto, el laboratorio de física de la institución debe contar con equipos de seguridad esenciales tales como: Gafas o lentes protectoras, para proteger una de las partes más sensibles y vulnerables del cuerpo al trabajar. Estación de lavado de manos, para el higiene y limpieza de los estudiantes y equipos. Extintor, en caso de presencia de fuego por equipos o red eléctrica. Para terminar, botiquín de primeros auxilios, en caso de accidentes.

Particularmente, en el módulo de óptica, será muy beneficioso para los estudiantes realizar sus prácticas con poca luz para presenciar y observar mejor los fenómenos físicos. Por tanto, se sugiere adecuar el laboratorio de física para trabajar en penumbras durante algunas prácticas del módulo de óptica.

Referente a los equipos, se recomienda a la institución rescatar los equipos existentes que están inoperativos por falta de repuestos y adquiere algunos nuevos equipos que combinan y potencializan los equipos ya disponibles. Los equipos sugeridos a adquirir y sugerencias adicionales sobre equipos de laboratorio y adecuación se encuentran a mayor detalle dentro de las guías de laboratorio para docente de cada práctica.

Finalmente, con el propósito de adecuar y habilitar por completo el laboratorio de física se recomienda a la Normal Superior Santa Clara gestionar y brindar apoyo económico para viáticos a los nuevos y futuros pasantes, de esta manera los estudiantes de la Universidad del Cauca podrán explotar todas sus capacidades y formación en beneficio de la Normal. Es oportuno aclarar que el módulo de óptica es el primer módulo habilitado y aún queda por habilitar los módulos de mecánica, electricidad y magnetismo, mecánica de fluidos y termodinámica, además, en el módulo de óptica aún se puede continuar con el trabajo diseñando más prácticas, aprovechando las practicas ya existentes y los equipos ya caracterizados, diagnosticados y adecuados.

7. Trabajos futuros

Dentro de la visita técnica del 13 de mayo del 2022 a las instalaciones de la Normal Superior Santa Clara, además de identificar el problema a tratar en el presente trabajo, relacionado a la inhabilitación del laboratorio de física, se identifican diferentes problemas en los demás espacios visitados los cuales fueron la sala de ParcheTic, la sala de sistemas y el laboratorio de química.

Inicialmente la sala de ParcheTic, que es un espacio de tecnología el cual cuenta con equipos tales como portátiles, drones, robots, impresoras 3D, cortadora laser, entre otros, presenta diferentes problemas, entre los principales y más graves está el problema de humedad de la sala y la inexistencia de prácticas. Debido a que la zona es muy húmeda, de clima frío y que la estructura de la sala es muy antigua y está deteriorada, los equipos dentro de la sala se dañan o sulfatan por humedad, necesitando constante reparación. La solución oportuna sería la remodelación y adecuación de la infraestructura de la sala, sin embargo, esto no se puede considerar ya que la infraestructura de la institución no se permite modificar, para preservar su diseño original por razones principalmente culturales, por ende, se debe buscar otra solución. Además, un problema latente es la inexistencia de prácticas, ya que esta sala cuenta con equipos ya mencionados muy modernos y de gran tecnología, pero por falta de personal calificado, calibración de equipos y prácticas diseñadas, no se realiza ninguna actividad o practica con estos equipos, desaprovechando el material disponible.

Luego la sala de sistemas, el cual es un espacio que cuenta con varios computadores de escritorio, presenta como principal dificultad de la inestabilidad de la red eléctrica, ya que constantemente se presentan bajones debido a las malas conexiones. La sala cuenta con baterías y fuentes alternas para mitigar el problema, sin embargo, estas son muy antiguas y no brindan el servicio esperado,

siendo afectados los equipos y los estudiantes durante sus prácticas al ser interrumpidas sin poder guardar sus avances.

Para finalizar, el laboratorio de química un espacio que cuenta con microscopios, reactivos, probetas, pipetas, entre otros equipos y materiales, que presenta como principal problema la falta de prácticas de laboratorio y adecuación del espacio. Un laboratorio de química debe contar con todas las adecuaciones que brinden la seguridad al estudiante y primeros auxilios en caso de accidente, pero el laboratorio simplemente es similar a un salón de clase. Además, hacen falta el diseño de prácticas de laboratorio para aprovechar los equipos y material presentes en el laboratorio.

Adicionalmente, el laboratorio de física presenta otros problemas a los tratados en el presente trabajo tales como, inestabilidad en la red eléctrica y falta de tomacorrientes, suelo de madera inapropiado para el laboratorio al estar deteriorado y desnivelado, falta de equipos de seguridad y la adecuación de los módulos de mecánica, electricidad y magnetismo, termodinámica y mecánica de fluidos.

8. Bibliografía

IE Normal Superior Santa Clara. (2018, 14 de marzo). *Misión y Visión*.

Disponible en: <http://www.normalssantaclara.edu.co/entidad/mision-y-vision>

IE Normal Superior Santa Clara. (2018, 27 de marzo). *Símbolos Institucionales*.

Disponible en: <http://www.normalssantaclara.edu.co/entidad/simbolos-institucionales>

IE Normal Superior Santa Clara. (2018, 14 de marzo). *Nuestra entidad*.

Disponible en: <http://www.normalssantaclara.edu.co/entidad/nuestra-entidad>

Colaboradores de Wikipedia. (2022, 25 de octubre). *Macizo Colombiano*. Wikipedia, La

enciclopedia libre. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Macizo_Colombiano

Colaboradores de Wikipedia. (2022, 29 de noviembre). *Almaguer*. Wikipedia, La Enciclopedia

Libre. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Almaguer>

Colaboradores de Wikipedia. (2022, 17 de septiembre). *Escuela Normal Superior (Colombia)*.

Wikipedia, La enciclopedia libre. Disponible en:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Escuela_Normal_Superior_\(Colombia\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Escuela_Normal_Superior_(Colombia))

ICONTEC. (2020, 18 de marzo). *Planeamiento y diseño de instalaciones y ambientes escolares*.

Disponible en: https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-355996_recurso_10.pdf

Santos, E. y Cruz, I. (2002). *Manual de Procedimientos de Seguridad En los Laboratorios de la*

UNAM. Disponible en:

https://www.dgire.unam.mx/contenido/normatividad/manuales/1_lab/area_fisica.pdf

AZEHEB. (2017, 11 de octubre). *Laboratorio de física experimental: ¿cómo armar?*. Disponible en : [https://es.azeheb.com/blog/laboratorio-experimental-como-
armar/#:~:text=Para%20armar%20un%20laboratorio%20experimental,un%20espacio%20seguro%20y%20confortable](https://es.azeheb.com/blog/laboratorio-experimental-como-armar/#:~:text=Para%20armar%20un%20laboratorio%20experimental,un%20espacio%20seguro%20y%20confortable).

PASCO scientific. (s.f). *Instruction Manual and Experiment Guide for the PASCO scientific Model OS-8500*. Disponible en: <https://www.manualsdir.com/manuals/340942/pasco-os-8500-introductory-optics-system.html>

PHYWE. (s.f). *DEMO advanced Física, set Óptica*. Phywe, accesorios y componentes. Disponible en: https://www.phywe.com/es/equipo-y-accesorios/componentes-y-sistemas-opticos/demo-advanced-fisica-set-optica-incluye-lamparahalogenacon-base-magnetica_2291_3222/

PHYWE. (2002, 2 de enero). *Laws of lenses and optical instrumentes*. Disponible en: https://www.nikhef.nl/~h73/kn1c/praktikum/phywe/LEP/Experim/2_1_02.pdf

PHYWE. (2004, 2 de marzo). *Determination of diffraction intensity due to multiple slits and grids*. Disponible en: https://www.nikhef.nl/~h73/kn1c/praktikum/phywe/LEP/Experim/2_3_04.pdf

PHYWE. (s.f). *Láser He-Ne, conjunto básico*. Phywe, experimentos & sets. Disponible en: https://www.phywe.com/es/experimentos-sets/experimentos-universitarios/laser-he-ne-set-basico_10671_11602/

Hidalgo, M. Á. y Medina, J. (2008). *Laboratorio de física*. PRENTICE HALL. p. 133 - 154.

Disponible en:

https://www.academia.edu/39264780/Laboratorio_de_f%C3%ADsica_Miguel_%C3%81ngel_Hidalgo_and_Jos%C3%A9_Medina_1ED

Kramer, C. (1993). *Prácticas de física*. MCGRAW-HILL. p. 127 - 171. Disponible en:

<https://dokumen.tips/documents/practicas-de-fisica-kramer.html?page=1>

Gomez, J.E. Larios, G.E. Cartagena, R.C. Alfaro, A.A. Ramos, B.M. Martinez, A. Pineda, H.L.

Garcia, R.H. Romero, E.G. Trejos, E. Martinez, G. Lopez, E. Prados, A. (2012).

Prácticas de Laboratorio de Física General. p. 134 - 151. Disponible en:

<https://www.elsolucionario.org/practicas-laboratorio-fisica-general-proyecto-fecinc-1ra-edicion/>

LEYBOLD. (s.f). *Physics experiments*. LD DIDACTIC. p. 143 - 189. Disponible en:

<https://www.ld-didactic.de/en/catalogues/physics/physics-experiments-en-cat.html>

LEYBOLD. (2011). *Catálogo general experimentos de física*. LD DIDACTIC. p. 163 - 204.

Disponible en: https://www.ld-didactic.de/pdf/ld_versuche2011_es.pdf

3B SCIENTIFIC PHYSICS. (2018). Juego de demostración de óptica de láser y juego

complementario. Disponible en:

<http://www1.udistrital.edu.co:8080/documents/138568/dff9205b-005a-4103-a8d9-0613ac45a46d>

ANEXOS

Anexo 1. Inventario de equipos de óptica

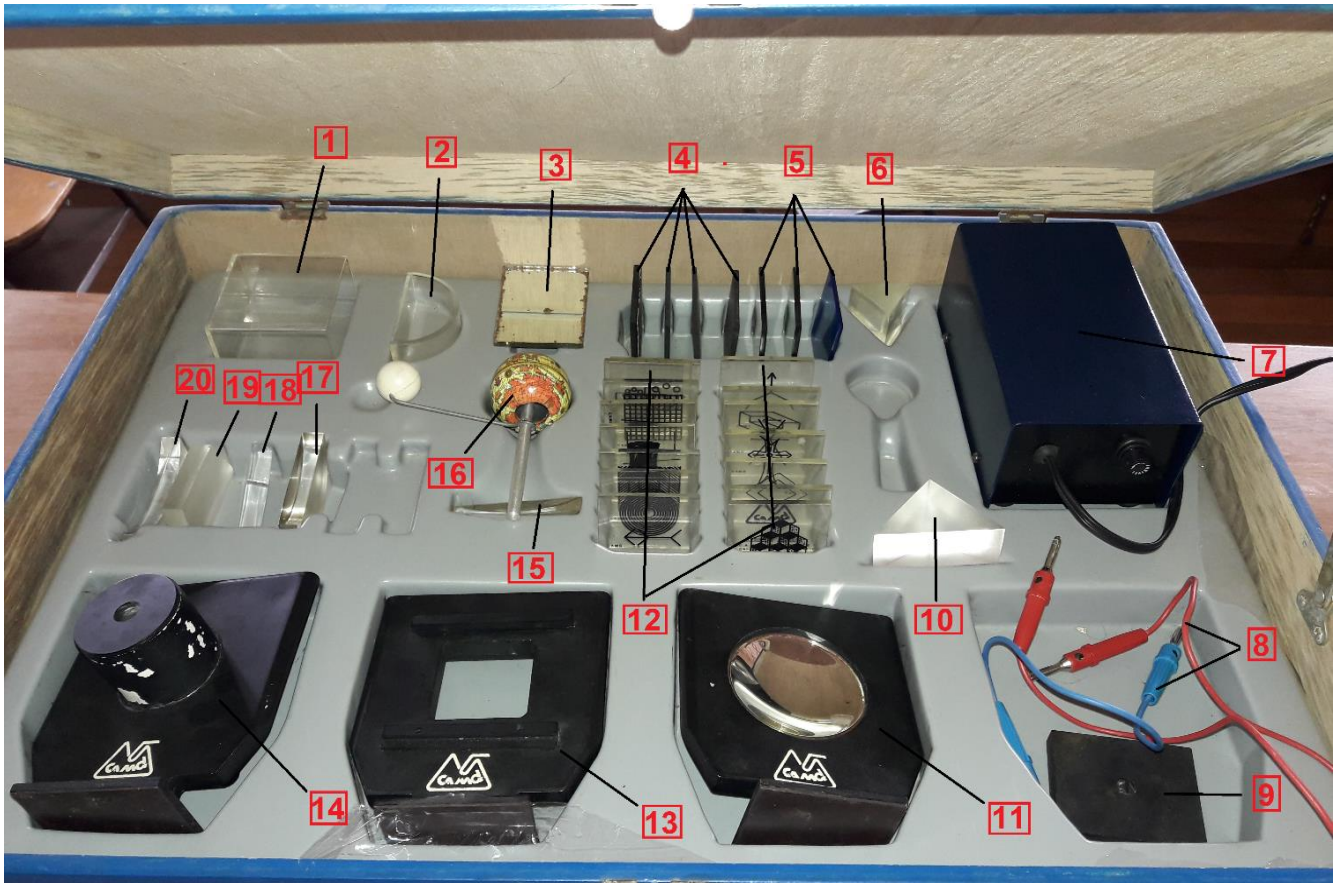
Inventario de kits de óptica

Código	Nombre	Material	Precio	KIT 1		KIT 2		KIT 3		KIT 4	
				Cantidad	Estado	Cantidad	Estado	Cantidad	Estado	Cantidad	Estado
001	Lente semicircular	Acrílico	\$ 30.000	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional
002	Lente plano convexo	Acrílico	\$ 30.000	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional
003	Lente plano cóncavo	Acrílico	\$ 30.000	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional
004	Prisma equilátero	Acrílico	\$ 30.000	1	Funcional	0	Falta	1	Funcional	0	Falta
005	Prisma isósceles alto	Acrílico	\$ 30.000	1	Funcional	0	Falta	1	Funcional	0	Falta
006	Prisma isósceles	Acrílico	\$ 30.000	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional
007	Prisma trapezoidal	Acrílico	\$ 30.000	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional
008	Lámpara de Halógeno 6V	Vidrio y madera	\$ 40.000	1	Funcional	1	Funcional	1	Reparado	1	Funcional
009	Soporte para diafragmas	Madera	\$ 30.000	1	Funcional	1	Funcional	1	Reparado	1	Reparado
010	Espejo cóncavo convexo con soporte	Vidrio y madera	\$ 35.000	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional
011	Fuente regulada 6 VDC 1 A	Metálico	\$ 55.000	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional
012	mapamundi 3D	Plástico	\$ 15.000	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional
013	Cable de conexión banana - banana	Cobre	\$ 3.000	2	Funcional	2	Funcional	2	Funcional	2	Funcional
014	Láminas de figuras para proyección	Plástico	\$ 10.000	15	Funcional	15	Funcional	15	Funcional	15	Funcional
015	Diafragmas	Plástico	\$ 8.000	5	Funcional	5	Funcional	5	Funcional	5	Funcional
016	Filtros de colores primarios (RGB)	Plástico	\$ 12.000	3	Funcional	3	Funcional	3	Funcional	3	Funcional
017	Espejo plano	Vidrio	\$ 8.000	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional
018	Recipiente cuadrado	Plástico	\$ 10.000	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional
019	Recipiente semicírculo	Plástico	\$ 10.000	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional
020	Pie soporte	Plástico	\$ 10.000	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional
021	Pantalla traslucida	Plástico	\$ 15.000	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional
022	Lente, f = +100mm con soporte	Vidrio y madera	\$ 40.000	2	Reparado	2	Funcional	2	Reparado	2	Funcional
023	Lente, f = -100mm con soporte	Vidrio y madera	\$ 40.000	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional	1	Reparado
024	Lente, f = +50mm con soporte	Vidrio y madera	\$ 40.000	1	Reparado	1	Funcional	1	Reparado	1	Funcional
025	Mesa óptica	Metálico	\$ 50.000	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional
026	Banco óptico de 50cm	Metálico	\$ 45.000	2	Funcional	2	Funcional	2	Funcional	2	Funcional
027	Imán soporte	Plástico	\$ 8.000	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional	1	Funcional

Inventario de equipos de óptica

Código	Nombre	Material	Precio	Cantidad	Estado
028	Laser Rojo Neon-Helio	Metálico	\$ 2'200.000	1	Funcional
029	Lente, f = +50mm con soporte	Vidrio y plástico	\$ 50.000	2	Funcional
030	Lente, f = +100mm con soporte	Vidrio y plástico	\$ 50.000	1	Funcional
031	Lente, f = -100mm con soporte	Vidrio y plástico	\$ 50.000	1	Funcional
032	Lente, f = +150mm con soporte	Vidrio y plástico	\$ 50.000	2	Inoperativo
033	Lente, f = +200mm con soporte	Vidrio y plástico	\$ 50.000	2	Funcional
034	Lente, f = +500mm con soporte	Vidrio y plástico	\$ 50.000	1	Funcional
035	Lente diafragma para aberración con soporte	Vidrio y plástico	\$ 50.000	1	Por reparar
036	Mesa óptica graduada	Metálico	\$ 40.000	1	Funcional
037	Soporte trípode	Metálico	\$ 35.000	1	Funcional
038	Pie soporte	Metálico	\$ 35.000	4	Por reparar
039	Caja de lámpara	Metálico	\$ 25.000	1	Inoperativo
040	Varilla graduada de 75cm	Metálico	\$ 45.000	2	Funcional
041	Juego de 6 diafragmas y 3 filtros de colores primarios	Plástico	\$ 60.000	1	Funcional
042	Caja óptica con diafragma de 3 alambres	Plástico	\$ 20.000	1	Funcional
043	Lentes condensadora con diafragma	Vidrio y metal	\$ 45.000	1	Funcional
044	Caja de 3 filtros de colores primarios	Plástico	\$ 35.000	1	Funcional
045	Caja óptica - Juego de 7 prismas y 2 espejos	Acrílico	\$ 180.000	1	Funcional
046	Espintariscopio	Vidrio y metal	\$ 80.000	1	Funcional

Inventario – Kits de óptica
Laboratorio de física – Escuela normal superior Santa Clara



[1]	1 Recipiente cuadrado.....	018
[2]	1 Recipiente semicírculo.....	019
[3]	1 Espejo plano.....	017
[4]	5 Diafragmas.....	015
[5]	3 Filtros de colores primarios (RGB).....	016
[6]	1 Prisma equilátero.....	004
[7]	1 Fuente regulada 6 VDC 1 A.....	011
[8]	2 Cable de conexión banana – banana.....	013
[9]	1 Imán soporte.....	027
[10]	1 Prisma isósceles alto.....	005
[11]	1 Espejo cóncavo convexo con soporte.....	010
[12]	15 Láminas de figuras para proyección.....	014
[13]	1 Soporte para diafragmas.....	009
[14]	1 Lámpara de Halógeno 6V.....	008
[15]	1 Lente plano convexo.....	002
[16]	1 Mapamundi 3D.....	012
[17]	1 Lente semicircular.....	001
[18]	1 Prisma isósceles.....	006
[19]	1 Prisma trapezoidal.....	007
[20]	1 Lente plano cóncavo.....	003



[21]	2 Banco óptico de 50 cm.....	026
[22]	1 Pantalla traslucida.....	021
[23]	1 Mesa óptica.....	025
[24]	1 Pie soporte.....	020
[25]	2 Lente, $f = +100\text{mm}$ con soporte.....	022
[26]	1 Lente, $f = +50\text{mm}$ con soporte.....	024
[27]	1 Lente, $f = -100\text{mm}$ con soporte.....	023

Inventario – Equipos de óptica
Laboratorio de física – Escuela normal superior Santa Clara



[1]	1 Mesa óptica graduada.....	036
[2]	2 Varilla graduada de 75cm.....	040
[3]	4 Pie soporte.....	038
[4]	1 Laser Rojo Neón-Helio.....	028
[5]	1 Caja óptica - Juego de 7 prismas y 2 espejos.....	045
[6]	1 Juego de 6 diafragmas y 3 filtros de colores primarios.....	041
[7]	1 Caja de lámpara.....	039
[8]	1 Lentes condensadora con diafragma.....	043
[9]	1 Caja de 3 filtros de colores primarios.....	044
[10]	1 Espintariscopio.....	046
[11]	1 Caja óptica con diafragma de 3 alambres.....	042
[12]	1 Lente, $f = -100\text{mm}$ con soporte.....	031
[13]	1 Lente, $f = +100\text{mm}$ con soporte.....	030
[14]	1 Lente, $f = +500\text{mm}$ con soporte.....	034
[15]	2 Lente, $f = +150\text{mm}$ con soporte.....	032
[16]	1 Lente diafragma para aberración con soporte.....	035
[17]	2 Lente, $f = +50\text{mm}$ con soporte.....	029
[18]	2 Lente, $f = +200\text{mm}$ con soporte.....	033
[19]	1 Soporte trípode.....	037

Anexo 2. Guía de laboratorio

Distancia Focal, formación de imágenes y magnificación

Introducción

Un lente es un dispositivo óptico que enfoca o dispersa la luz y que logra formar imágenes, además, también presenta diferentes características o propiedades tales como la distancia focal y la magnificación, cualidades propias de cada lente.

Durante la proyección o formación de imagen creada por un lente, la distancia entre una figura que está siendo proyectada y el lente, se denomina distancia objeto-lente denotada con la letra g , y la distancia entre el lente y la pantalla donde se proyecta la imagen, se denomina distancia imagen-lente denotada con la letra b . La distancia focal de un lente se relaciona con las distancias g y b mediante la ecuación de formación de imágenes:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$$

Las distancias g y b también se relacionan mediante la ecuación de magnificación o aumento de un lente:

$$m = -\frac{b}{g}$$

Objetivo de la practica

- Conocer la ecuación de formación de imágenes.
- Conocer la ecuación de magnificación de un lente
- Poder determinar la distancia focal de lentes convergentes.

Montaje

Montaje 1:



Imagen 1.

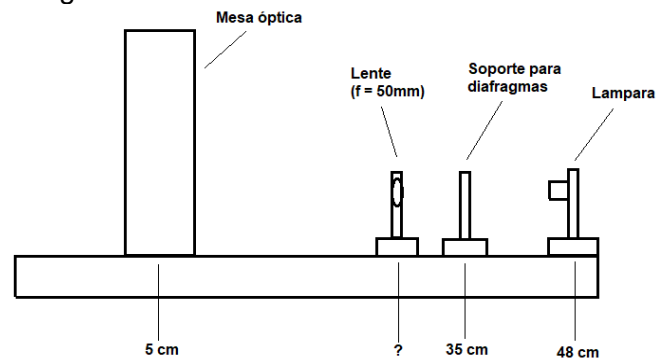


Ilustración 1.

Montaje 2:



Imagen 2.

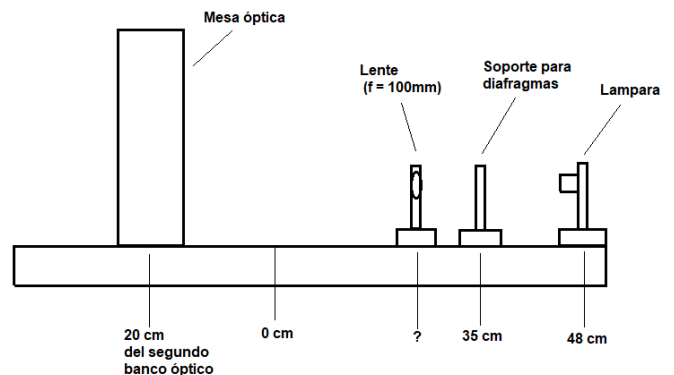


Ilustración 2.

Montaje 3:

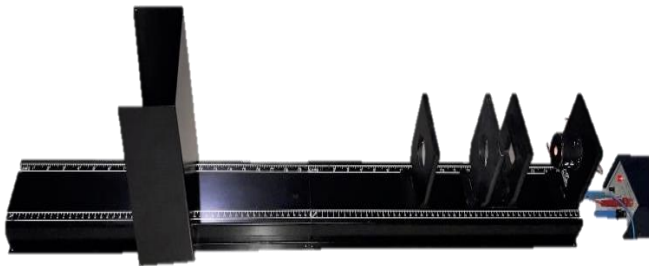


Imagen 3.

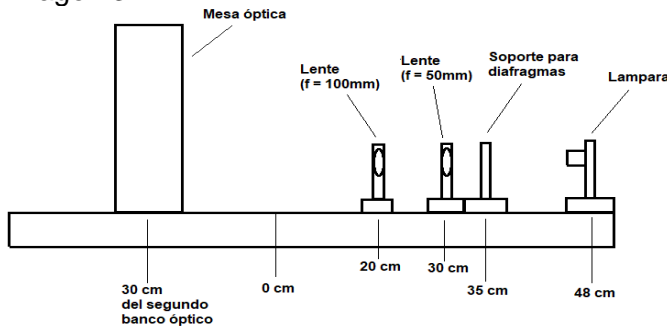


Ilustración 3.

Equipo

- ✓ 2 Banco óptico de 50 cm
- ✓ 1 Lámpara de halógeno, 6V
- ✓ 1 Fuente reguladora, 6V
- ✓ 2 Cables de conexión
- ✓ 1 Soporte para diafragmas
- ✓ 15 Láminas de figuras para proyección
- ✓ 1 Mesa óptica
- ✓ 1 Lente, $f = +50$ mm
- ✓ 1 Lente, $f = +100$ mm

Ejecución del experimento:

Experimento 1:

Realice el montaje 1, ilustrado en la imagen 1:

1. Junte los dos bancos ópticos y ubique la escala de centímetros frente a usted.
2. Monte la lámpara de halógeno en el borde del extremo derecho del banco óptico (posición 48 cm) y conecte los dos cables banana a la fuente de 6V.

3. Monte el soporte para diafragmas a 10 cm de la bombilla de la lámpara (posición 35 cm) e inserte la figura para proyección de preferencia, en la apertura más cercana a la lámpara (asegúrese que la marca CAMG en la figura le indique la correcta orientación de esta).
4. Coloque la mesa óptica como pantalla en el extremo izquierdo del banco óptico. La distancia entre la figura y la pantalla debe ser aprox. 30 cm (posición 5 cm)
5. Inserte el lente, ($f = +50$ mm) entre la figura y la pantalla.
6. Mueva el lente, ($f = +50$ mm) a lo largo del banco óptico entre la figura y la pantalla hasta observar una imagen nítida.
7. Anote en la tabla 1 la distancia entre la figura y la lente, y entre la pantalla y la lente.
8. Repita el experimento usando las demás distancias que se indican en la tabla 1.

Observaciones:

¿La imagen proyectada en la pantalla esta ampliada o reducida?

¿La imagen esta invertida o derecha?

Tabla 1: Lente ($f = +50$ mm)

Distancia entre la figura y la pantalla (cm)	Distancia g entre la figura y la lente (cm)	Distancia b entre la lente y la pantalla (cm)
30		
27		
24		

Experimento 2:

Realice el montaje 2, ilustrado en la imagen 2:

1. Ubique ahora la pantalla a 65 cm de la figura (posición 20 cm del segundo banco óptico).
2. Reemplace el lente, ($f = +50$ mm) y ahora ubique en el banco óptico el lente, ($f = +100$ mm) igualmente entre la figura y la pantalla.
3. Mueva el lente, ($f = +100$ mm) a lo largo del banco óptico entre la figura y la pantalla hasta observar una imagen nítida.
4. Anote en la tabla 2 la distancia entre la figura y la lente, y entre la pantalla y la lente.
5. Repita el experimento usando las demás distancias que se indican en la tabla 2.

Observaciones:

¿La imagen proyectada en la pantalla esta ampliada o reducida?

: _____

¿La imagen esta invertida o derecha?

: _____

Tabla 2: Lente ($f = +100$ mm)

Distancia entre la figura y la pantalla (cm)	Distancia g entre la figura y la lente (cm)	Distancia b entre la lente y la pantalla (cm)
65		
60		
55		

Experimento 3:

Realice el montaje 3, ilustrado en la imagen 3:

1. Posicione ahora la pantalla a 55 cm de la figura (posición 30 cm del segundo banco óptico).
2. Ubique el lente, ($f = +100$ mm) a 15 cm de la figura (posición 20 cm).
3. Monte adicionalmente la lente, ($f = +50$ mm) inmediatamente delante del soporte para diafragmas (posición 30 cm aprox.)
4. Anote en cada caso lo que observa.

Observaciones:

Describa la imagen que observa solo con el lente ($f = +100$ mm), ¿la imagen esta invertida o derecha?, ¿Tiene un tamaño menor o mayor?

: _____

Al adicionar el lente ($f = +50$ mm), describa la imagen que observa, ¿la imagen esta invertida o derecha?, ¿es más o menos iluminada?, respecto al sistema con un solo lente, ¿la imagen aumentó o disminuyó?

: _____

Trabajo en casa

Calcule la inversa de la distancia g y b . Luego utilizando la ecuación de formación de imágenes, calcule la distancia focal f para cada lente. Anótela en la tabla 1 y 2.

Tabla 1: Distancia focal lente ($f = +50$ mm)

Distancia entre la figura y la pantalla (cm)	$\frac{1}{g}$ (cm)	$\frac{1}{b}$ (cm)	$\frac{1}{g} + \frac{1}{b}$ (cm)	Distancia focal
30				
27				
24				

Tabla 2: distancia focal lente ($f = +100$ mm)

Distancia entre la figura y la pantalla (cm)	$\frac{1}{g}$ (cm)	$\frac{1}{b}$ (cm)	$\frac{1}{g} + \frac{1}{b}$ (cm)	Distancia focal
65				
60				
55				

Precauciones y observaciones

- Tenga en cuenta que todas las posiciones que se brindan en la guía deben ser medidas desde el centro del lente o dispositivo
- No toque las instalaciones eléctricas y tenga cuidado con los tomacorrientes.
- Evite apagar y encender constantemente la lámpara y la fuente reguladora.
- No toque directamente con los dedos los lentes.
- Evite golpes o caídas de cualquier equipo o material.
- Cualquier daño en equipo o material de laboratorio será cobrado a todo el grupo.
- Ante cualquier duda durante la práctica diríjase con el docente.

- ¿Qué puede decir acerca de la suma de las inversas de la distancia objeto-lente e imagen-lente para las diferentes distancias entre el objeto y la imagen?
- ¿Qué ecuación relaciona la distancia imagen-lente, la distancia objeto-lente y la distancia focal?

Analizando la ecuación de magnificación o aumento de un lente, responda:

- Para una lente de distancia focal f , ¿qué valor de g daría una imagen con un aumento de uno?
- ¿Es posible obtener una imagen no invertida con un lente esférico convergente? Explique.

Para el experimento 3, ¿Cómo se debe colocar la figura de proyección para que la imagen esté derecha y no invertida?

Anexo 3. Guía de laboratorio para el docente

Distancia Focal, formación de imágenes y magnificación

Objetivo de la practica

- Conocer la ecuación de formación de imágenes.
- Conocer la ecuación de magnificación de un lente.
- Poder determinar la distancia focal de lentes convergentes.

Es de vital importancia para salvaguardar la seguridad de los estudiantes y del laboratorio informar claramente las precauciones y recomendaciones antes de iniciar la practica:

Precauciones y observaciones

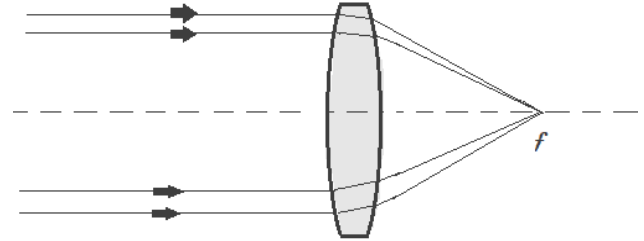
- Tenga en cuenta que todas las posiciones que se brindan en la guía deben ser medidas desde el centro del lente o dispositivo
- No toque las instalaciones eléctricas y tenga cuidado con los tomacorrientes.
- Evite apagar y encender constantemente la lámpara y la fuente reguladora.
- No toque directamente con los dedos los lentes.
- Evite golpes o caídas de cualquier equipo o material.
- Cualquier daño en equipo o material de laboratorio será cobrado a todo el grupo.
- Ante cualquier duda durante la practica diríjase con el docente.

Principio físico

En esta práctica el estudiante debe manejar conceptos básicos sobre lentes convergentes y ecuaciones como la de formación de imágenes y la de magnificación.

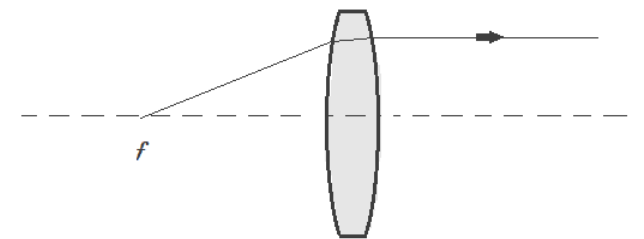
Una lente convergente es una lente que dirige los rayos de luz incidente hacia un punto común conocido como foco. La siguiente imagen

muestra como los rayos de luz que inciden a través de la lente siguiendo trayectorias paralelas convergen en un punto situado al otro lado de la lente.



Las lentes convergentes tienen esta propiedad debido a la distribución de su material. En general, las lentes convergentes son delgadas en los bordes y más gruesas en su centro. Esta distribución del espesor hace que la desviación de un rayo varíe según el punto donde incide. En consecuencia, los rayos incidentes acaban juntándose en el foco.

De forma inversa, un rayo que llegue a la lente siguiendo una trayectoria que pase por el foco será desviado en el otro lado de la lente siguiendo una trayectoria paralela.

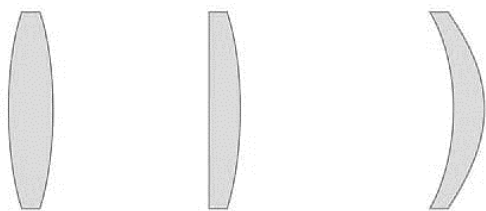


Tipos de lentes convergentes:

Las lentes convergentes pueden clasificarse en función de la curvatura en la superficie de sus dos lados. A partir de esta curvatura pueden diferenciarse tres casos:

- *Lentes biconvexas*: La superficie es convexa en los dos lados de la lente.
- *Lentes planoconvexas*: Una superficie es totalmente plana y la otra es convexa.

- *Lentes cóncavoconvexas o meniscos convergentes*: Estas lentes son cóncavas por un lado y convexas por el otro.



Biconvexa Planoconvexa Cóncavoconvexa

A pesar de tener características físicas claramente distintas, estos tres tipos de lentes desvían la luz de forma equivalente y en los tres casos es posible identificar el foco en el que convergen los rayos.

En esta práctica se trabajará con lentes biconvexas.

Parámetros de los lentes convergentes:

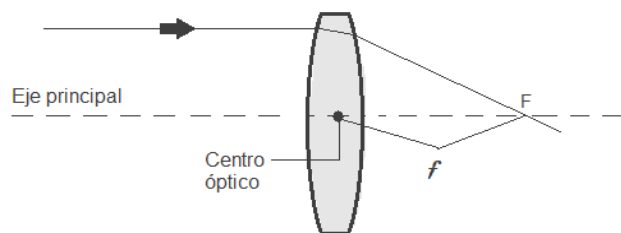
Hay una serie de conceptos y parámetros que hay que conocer para poder definir correctamente las características de una lente convergente:

- *Foco*: Este es el punto en el que convergen los rayos incidentes a una lente convergente. En el esquema de una lente convergente se representa con una F mayúscula.

- *Centro óptico*: Punto central de una lente. Un rayo de luz que pase a través del centro óptico sigue su trayectoria sin ser desviado.

- *Distancia focal*: Distancia entre el foco y el centro óptico. Se representa normalmente con una f minúscula. Esta distancia suele expresarse en unidades de longitud (centímetros o metros).

- *Eje principal*: Eje o línea que conecta el centro óptico con el foco.



Funcionamiento de una lente convergente:

Las lentes convergentes se utilizan principalmente como lentes de aumento. Para ello es necesario tener en cuenta la distancia a la que colocamos el objeto con respecto a la lente y conocer su distancia focal (f).

Dependiendo de la distancia entre el objeto observado y la lente, la imagen que se obtiene al mirar a través de la lente variará.

En función de esta distancia puede distinguirse tres casos principales:

- *El objeto se encuentra a una distancia superior a dos veces la distancia focal.*

- *El objeto se encuentra a una distancia contenida entre una y dos veces la distancia focal.*

- *El objeto se encuentra a una distancia inferior a la distancia focal.*

Cada uno de estos casos hace que la imagen observada sea distinta.

Cuando el objeto observado está a una distancia superior a dos veces la distancia focal ($d > 2f$), la imagen que se forma es una imagen invertida y de tamaño menor al tamaño real. Los rayos que pasan a través de la lente convergen al otro lado creando una imagen invertida. Esta imagen creada al otro lado de la lente se conoce como imagen real.

En este caso la lente convergente no actúa como lente de aumento ya que produce una imagen de tamaño inferior al tamaño real del objeto.

Cuando la distancia entre el objeto y la lente es exactamente igual a dos veces la distancia focal, entonces la imagen obtenida tiene exactamente el mismo tamaño que el objeto real.

Si el objeto está situado a una distancia de entre una y dos veces la distancia focal ($f < d < 2f$), entonces se forma una imagen real de tamaño superior al objeto real. En este caso la imagen formada aparece también invertida respecto al objeto original. Dado que la imagen del objeto se forma al otro lado de la lente se conoce también como imagen real. La particularidad de este caso es que la imagen obtenida tiene un tamaño real superior al del objeto real. En consecuencia, la lente convergente actúa como una lente de aumento, pero invirtiendo la imagen.

Este es el efecto presente en esta práctica.

Existe un tercer caso en el que el objeto se encuentra a una distancia de la lente inferior a la distancia focal ($d < f$). En este caso los rayos no convergen al otro lado de la lente. En consecuencia, el objeto es observado como si sus rayos fueran emitidos en un punto más lejano.

En este caso la imagen se forma en el mismo lado que el objeto observado y se conoce como imagen virtual. Esta imagen virtual tiene un tamaño superior al del objeto real y como consecuencia en estos casos la lente actúa como una lente de aumento.

También es importante tener en cuenta que la imagen virtual que aparece en este caso no está invertida respecto al objeto real. La inversión solo ocurre en los casos anteriores cuando la distancia entre el objeto y la lente es superior a la distancia focal.

Existe un caso extremo en el que el objeto se encuentra situado a una distancia exactamente igual a la distancia focal. En este caso la imagen no puede formarse ya que como puedes ver en el siguiente esquema los rayos no convergen en ninguno de los dos lados de la lente.

Ecuación de formación de imágenes:

La distancia focal, la distancia entre el objeto y la lente y la distancia entre la lente y la imagen real/virtual se relacionan en la siguiente ecuación:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$$

f = Distancia focal del lente

g = Distancia entre el objeto y la lente

b = Distancia entre la lente y la imagen

g puede tomar valores positivos o negativos, de ser negativo nos indica que la imagen formada es una imagen virtual, de lo contrario si es positivo, se trata de una imagen real.

Aumento de una lente convergente:

Una de las propiedades más importantes de una lente convergente es su poder de aumento. Especialmente si se usa la lente para observar en detalle algún objeto o elemento.

El poder de aumento de una lente se define como la relación entre el tamaño de la imagen real o virtual y el tamaño del objeto real o como la relación entre la distancia del lente a la imagen y la distancia entre el objeto y el lente.

Entonces la ecuación de aumento o magnificación es:

$$m = -\frac{H_2}{H_1}$$

Siendo H_2 el tamaño de la imagen real y H_1 el tamaño del objeto.

O expresada en términos de la distancia:

$$m = -\frac{D_2}{D_1}$$

Siendo D_2 la distancia del lente a la imagen real y D_1 la distancia del lente al objeto.

El signo negativo se incluye porque, la imagen virtual aparece invertida y, por lo tanto, su altura es negativa.

Un valor positivo del aumento indica que se forma una imagen virtual en el mismo lado que el objeto y con su misma orientación.

Si el valor obtenido del aumento es negativo esto indica que se forma una imagen invertida del objeto en el otro lado de la lente que se conoce como imagen real.

Actividades previas

El docente a cargo, en uso de su pedagogía, deberá previamente ambientar la practica con ejercicios teóricos para la casa conforme a lo enseñado en el salón de clase, con cálculos y uso de la ecuación de formación de imágenes y la ecuación de magnificación, para recibir sus resultados antes de la práctica y poder complementar el saber teórico de los estudiantes con la experiencia práctica.

Desarrollo de la practica

Tiempo: la práctica tiene un tiempo estimado de 60 minutos para la ejecución de los experimentos.

Entrega de informe: El estudiante debe entregar la sección de evaluación totalmente solucionada juntos con las observaciones y datos tomados, dándosele mínimo 3 días, esta entrega debe tener portada, introducción, desarrollo, análisis y conclusiones, excelente orden y entregarse de manera individual.

Montaje

Montaje 1:



Imagen 1.

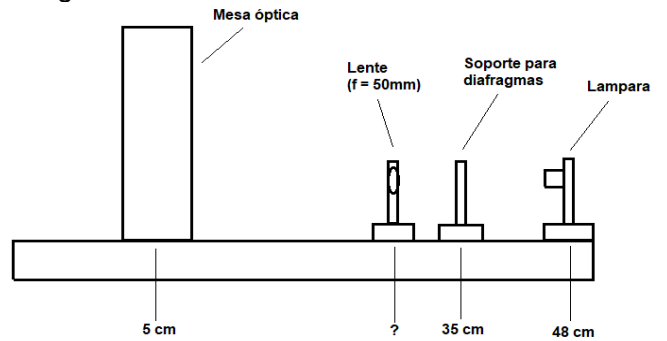


Ilustración 1.

Montaje 2:



Figura 2.

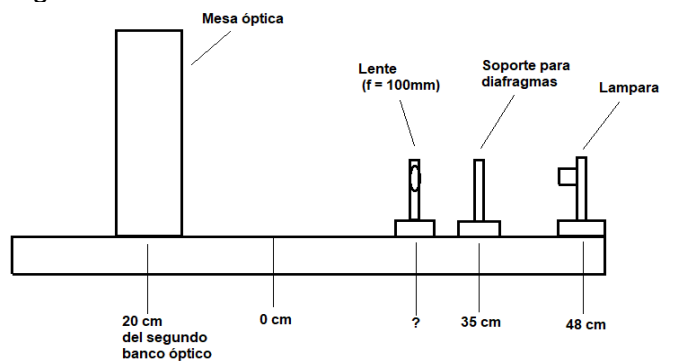


Ilustración 2.

Montaje 3:

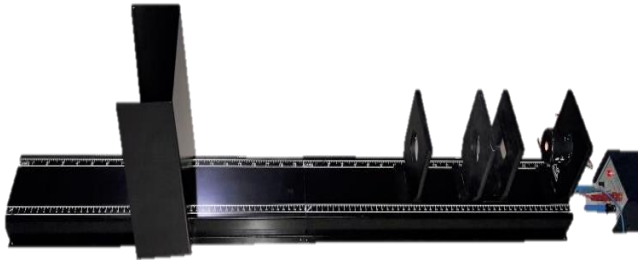


Imagen 3.

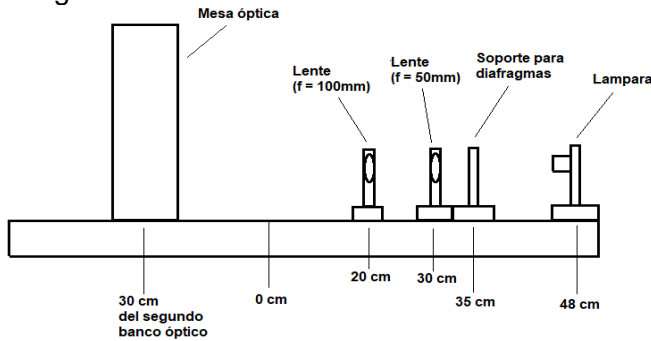


Ilustración 3.

Equipo

- ✓ 2 Banco óptico de 50 cm
- ✓ 1 Lámpara de halógeno, 6V
- ✓ 1 Fuente reguladora, 6V
- ✓ 2 Cables de conexión
- ✓ 1 Soporte para diafragmas
- ✓ 15 Láminas de figuras para proyección
- ✓ 1 Mesa óptica
- ✓ 1 Lente, $f = +50$ mm
- ✓ 1 Lente, $f = +100$ mm

Ejecución del experimento:

Experimento 1:

Realice el montaje 1, ilustrado en la imagen 1:

1. Junte los dos bancos ópticos y ubique la escala de centímetros frente a usted.
2. Monte la lámpara de halógeno en el borde del extremo derecho (posición 48 cm) del banco óptico y conecte los dos cables banana a la fuente de 6V.

3. Monte el soporte para diafragmas a 10 cm de la bombilla de la lámpara (posición 35 cm) e inserte la figura para proyección de preferencia, en la apertura más cercana a la lámpara (asegúrese que la marca CAMG en la figura le indique la correcta orientación de esta).
4. Coloque la mesa óptica como pantalla en el extremo izquierdo del banco óptico. La distancia entre la figura y la pantalla debe ser aprox. 30 cm (posición 5 cm)
5. Inserte el lente, ($f = +50$ mm) entre la figura y la pantalla.
6. Mueva el lente, ($f = +50$ mm) a lo largo del banco óptico entre la figura y la pantalla hasta observar una imagen nítida.
7. Anote en la tabla 1 la distancia entre la figura y la lente, y entre la pantalla y la lente.
8. Repita el experimento usando las demás distancias que se indican en la tabla 1.

Observaciones:

¿La imagen proyectada en la pantalla esta ampliada o reducida?

: **Ampliada**

¿La imagen esta invertida o derecha?

: **Invertida**

Tabla 1: Lente ($f = +50$ mm)

Distancia entre la figura y la pantalla (cm)	Distancia g entre la figura y la lente (cm)	Distancia b entre la lente y la pantalla (cm)
30	6.5	23.5
27	7	20
24	7.5	16.5

Experimento 2:

Realice el montaje 2, ilustrado en la imagen 2:

1. Ubique ahora la pantalla a 65 cm de la figura (posición 20 cm del segundo banco óptico).
2. Reemplace el lente, ($f = +50$ mm) y ahora ubique en el banco óptico el lente, ($f = +100$ mm) igualmente entre la figura y la pantalla.
3. Mueva el lente, ($f = +100$ mm) a lo largo del banco óptico entre la figura y la pantalla hasta observar una imagen nítida.
4. Anote en la tabla 2 la distancia entre la figura y la lente, y entre la pantalla y la lente.
5. Repita el experimento usando las demás distancias que se indican en la tabla 2.

Observaciones:

¿La imagen proyectada en la pantalla esta ampliada o reducida?

: **Ampliada**

¿La imagen esta invertida o derecha?

: **Invertida**

Tabla 2: Lente ($f = +100$ mm)

Distancia entre la figura y la pantalla (cm)	Distancia g entre la figura y la lente (cm)	Distancia b entre la lente y la pantalla (cm)
65	11.5	53.5
60	12	48
55	13	42

Experimento 3:

Realice el montaje 3, ilustrado en la imagen 3:

1. Posicione ahora la pantalla a 55 cm de la figura (posición 30 cm del segundo banco óptico).
2. Ubique el lente, ($f = +100$ mm) a 15 cm de la figura (posición 20 cm).
3. Monte adicionalmente la lente, ($f = +50$ mm) inmediatamente delante del soporte para diafragmas (posición 30 cm aprox.)
4. Anote en cada caso lo que observa.

Observaciones:

Describa la imagen que observa solo con el lente ($f = +100$ mm), ¿la imagen esta invertida o derecha?, ¿Tiene un tamaño menor o mayor?

: **La imagen se ve aumentada e invertida, además, solo se ve una pequeña parte de la figura proyectada.**

Al adicionar el lente ($f = +50$ mm), describa la imagen que observa, ¿la imagen esta invertida o derecha?, ¿es más o menos iluminada?, respecto al sistema con un solo lente, ¿la imagen aumentó o disminuyó?

: **La imagen se ve aumentada e invertida, y respecto al sistema con un solo lente se ve menos iluminada y mucho más grande, se puede observar más porcentaje de la figura.**

Trabajo en casa

Calcule la inversa de la distancia g y b y utilizando la ecuación de formación de imágenes, calcule la distancia focal f para cada lente. Anótela en la tabla 1 y 2.

Tabla 1: Distancia focal lente ($f = +50$ mm)

Distancia entre la figura y la pantalla (cm)	$\frac{1}{g}$ (cm)	$\frac{1}{b}$ (cm)	$\frac{1}{g} + \frac{1}{b}$ (cm)	Distancia focal
30	0.15	0.04	0.19	5.26 cm
27	0.14	0.05	0.19	5.26 cm
24	0.13	0.06	0.19	5.26 cm

Tabla 2: distancia focal lente ($f = +100$ mm)

Distancia entre la figura y la pantalla (cm)	$\frac{1}{g}$ (cm)	$\frac{1}{b}$ (cm)	$\frac{1}{g} + \frac{1}{b}$ (cm)	Distancia focal
65	0.09	0.02	0.11	9.09 cm
60	0.08	0.02	0.10	10.00 cm
55	0.08	0.02	0.10	10.00 cm

- ¿Qué puede decir acerca de la suma de las inversas de la distancia objeto-lente e imagen-lente para las diferentes distancias entre el objeto y la imagen?

Cuando cambia la distancia entre la figura y la imagen o pantalla, la suma de las inversas permanece constante.

- ¿Qué ecuación relaciona la distancia imagen-lente, la distancia objeto-lente y la distancia focal?

Ecuación de formación de imágenes:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$$

Analizando la ecuación de magnificación o aumento de un lente, responda:

- Para una lente de distancia focal f , ¿qué valor de g daría una imagen con un aumento de uno?

Un aumento de uno se obtiene si la distancia figura-lente g es igual a la distancia lente-imagen b

- ¿Es posible obtener una imagen no invertida con una lente esférica convergente? Explique.

Si es posible, ubicando la figura a una distancia menos de la distancia focal del lente convergente, en este caso los rayos no convergen al otro lado de la lente y tenemos una imagen derecha.

Para el experimento 3, ¿Cómo se debe colocar la figura de proyección para que la imagen esté derecha y no invertida?

La figura se debe colocar al revés.

Bibliográfica

- [INTRODUCTORY OPTICS SYSTEM] *Instruction Manual and Experiment Guide for the PASCO scientific Model OS-8500*

Sugerencias

Para la actual practica se sugiere la modernización o cambio de las lámparas de halógeno por lámparas de tecnología led o similar, que posean mayor intensidad lumínica para favorecer la visualización del fenómeno físico.

Adicionalmente el laboratorio debe ser adecuado para trabajar en penumbra, el exceso de luz natural limita la realización de la práctica.

Anexo 4. Guía de laboratorio Microscopio y telescopio

Introducción

El microscopio es una combinación de lentes poderosos que brindan un aumento a la imagen que deseamos ver, el mundo entero está compuesto por diminutas partículas difíciles de observar a simple vista, razón por la cual es tan importante el uso del microscopio.

Igualmente, el telescopio es una herramienta compuesta de poderosos lentes, pero se utiliza para lograr ver con claridad objetos muy lejanos, comúnmente usado para observar montañas lejanas, la luna o inclusive diferentes planetas, ideal para amantes del cielo y el espacio exterior.

Objetivo de la practica

- Aprender a construir un microscopio y conocer su poder de aumento.
- Conocer cómo se construye un telescopio astronómico o de Kepler.
- Conocer cómo se construye un telescopio terrestre o de Galileo.

Montaje

Montaje 1: El microscopio



Imagen 1.

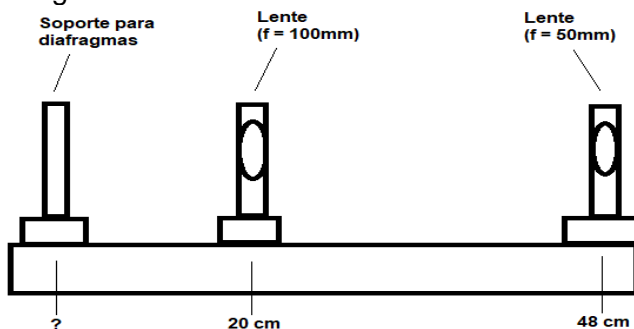


Ilustración 1.

Montaje 2: El telescopio de Kepler



Imagen 2.

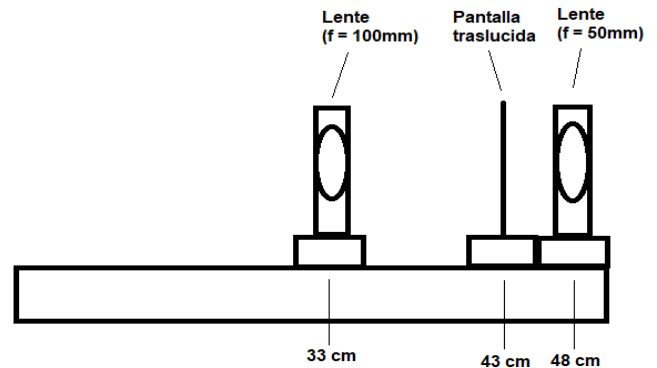


Ilustración 2.

Montaje 3: El telescopio de Galileo



Imagen 3.

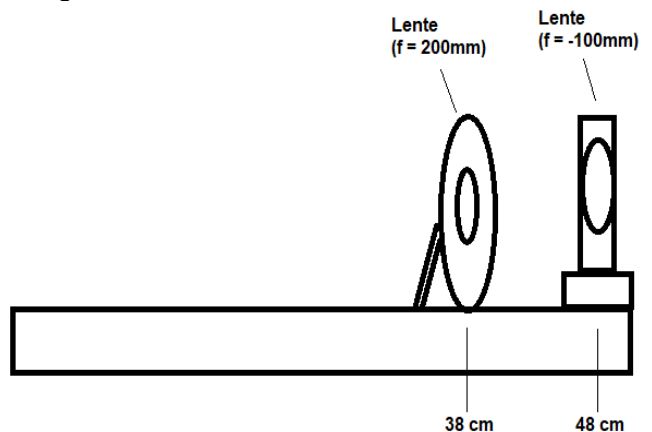


Ilustración 3.

Equipo

- ✓ 1 Banco óptico de 50 cm
- ✓ 1 Pantalla translúcida
- ✓ 1 Soporte para diafragmas
- ✓ 15 Láminas de figuras para proyección
- ✓ 1 Lente ($f = +50$ mm)
- ✓ 1 Lente ($f = +100$ mm)
- ✓ 1 Lente ($f = -100$ mm)
- ✓ 1 Lente ($f = +200$ mm)

Ejecución del experimento:

Experimento 1: El microscopio

Realice el montaje 1, ilustrado en la imagen 1:

1. Ubique el banco óptico con la escala de centímetros frente a usted y monte el lente ($f = +50$ mm) al extremo derecho (posición 48 cm)
2. Monte la lente ($f = +100$ mm) exactamente a 28 cm de distancia del anterior lente (posición 20 cm)
3. Monte el soporte para diafragmas justo adelante del lente ($f = +100$ mm) y ubique la figura que tiene una grilla o la de su preferencia, en la apertura más cercana al lente (asegúrese que la marca CAMG en la figura le indique la correcta orientación de esta)
4. Mire directamente a través del primer lente ($f = +50$ mm) y desplace la figura hasta que sea vea con nitidez. Anote las observaciones en el punto 1.
5. Mida la distancia entre la figura y el lente ($f = +100$ mm) y la distancia entre el lente ($f = +100$ mm) y el lente ($f = +50$ mm). Anote estas distancias en el punto 2.
6. Use su imaginación para probar el microscopio con otros objetos, puede ser otras figuras de proyección, la punta del dedo, entre otros.

Observaciones:

1: Describa la imagen que pudo observar, además responda, ¿la imagen esta derecha o invertida?, ¿la imagen esta ampliada o reducida?

: _____

2: ¿Cuál es la distancia entre la figura y el lente ($f = +100$ mm)?

: _____

¿Cuál es la distancia entre los dos lentes?

: _____

Experimento 2: El telescopio de Kepler

Realice el montaje 2, ilustrado en la imagen 2:

1. En el banco óptico deje solo el lente ($f = +50$ mm) en el extremo derecho (posición 48 cm) y retire todo lo demás.
2. Monte la pantalla traslúcida justo delante del lente ($f = +50$ mm) (posición 43 cm)
3. Monte el lente ($f = +100$ mm) delante de la pantalla traslúcida a 10 cm de distancia (posición 33 cm)
4. Oriente el banco óptico hacia una ventana y observe por el primer lente ($f = +50$ mm). Anote la observación en el punto 1.
5. Retire la pantalla traslúcida y observe hacia el mismo lugar. Anote la observación en el punto 2.
6. Mida la distancia entre el lente ($f = +50$ mm) y el lente ($f = +100$ mm) y anótela en el punto 3.

Observaciones:

1: Describa la imagen que observa en la pantalla traslucida, además responda, ¿la imagen esta derecha o invertida?, ¿la imagen esta ampliada o reducida?

: _____

2: Describa la imagen que observa una vez retirada la pantalla traslucida, además responda, ¿la imagen esta derecha o invertida?, ¿la imagen esta ampliada o reducida?

: _____

3: ¿Cuál es la distancia entre los dos lentes?

: _____

Experimento 3: El telescopio de Galileo

Realice el montaje 3, ilustrado en la imagen 3:

1. Retire todos los dispositivos del banco óptico y ubíquelo nuevamente con la escala de centímetros frente a usted.
2. Monte la lente ($f = -100$ mm) al extremo derecho (posición 48 cm)
3. Monte la lente ($f = +200$ mm) a 10 cm del primer lente, (posición 38 cm).
4. Oriente el banco óptico hacia una ventana y mire a través del lente ($f = -100$ mm). Si es necesario, mueva ligeramente el lente ($f = +200$ mm) hasta conseguir una imagen nítida y anote la observación en el punto 1.
5. Mida la distancia entre el lente ($f = -100$ mm) y el lente ($f = +200$ mm) y anótela en el punto 2.

Observaciones:

1: Describa la imagen que pudo observar, además responda, ¿la imagen esta derecha o invertida?, ¿la imagen esta ampliada o reducida?

: _____

2: ¿Cuál es la distancia entre los dos lentes?

: _____

Trabajo en casa

Experimento 1: El microscopio

1: Identifique el objeto a estudiar, el objetivo y el ocular en los siguientes elementos del montaje:

- Soporte con figura
- Lente ($f = +100$ mm)
- Lente ($f = +50$ mm)

2: El objetivo origina una imagen intermedia. Usando la ecuación de formación de imágenes: $\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$ calcule la posición de esta imagen intermedia, con f igual a la distancia focal del objetivo, g distancia entre la figura y el objetivo y b posición de imagen intermedia.

3: Determine el poder de aumento del objetivo a partir del aumento lineal: $m = \frac{b}{g}$, con g igual a la distancia entre la figura y el objetivo y b la posición de imagen intermedia.

4: Esta imagen intermedia se observa a través del ocular, el cual actúa como una lupa. Calcule el poder de aumento: $V = \frac{b}{f}$, con b igual a la posición de imagen intermedia y f la distancia focal del ocular. ¿En qué factor aumenta el ocular la imagen intermedia?

5: Finalmente el poder de aumento total de este modelo de microscopio está dado por la multiplicación entre el aumento del ocular y el aumento del objetivo. Calcule el aumento total del microscopio.

Experimento 2: El telescopio de Kepler

1: ¿De qué tipo de lentes está compuesto el telescopio astronómico?

2: Anote en la tabla las sumas de las distancias focales:

Lentes		Distancia entre lentes	Suma de las distancias focales
Distancia focal del ocular	Distancia focal del objetivo		

¿Cuál es la relación entre la suma de las distancias focales y la distancia entre lentes o longitud del telescopio?

3: El aumento en un telescopio astronómico se calcula a partir de las distancias focales de los lentes: $V = \frac{f_{objetivo}}{f_{ocular}}$, determine el aumento del telescopio astronómico implementado.

Experimento 3: El telescopio de Galileo

1: ¿De qué tipo de lentes está compuesto el telescopio terrestre?

2: Anote en la tabla las sumas de las distancias focales:

Lentes		Distancia entre lentes	Suma de las distancias focales
Distancia focal del ocular	Distancia focal del objetivo		

¿Cuál es la relación entre la suma de las distancias focales y la distancia entre lentes o longitud del telescopio terrestre?

3: El aumento en un telescopio terrestre se calcula a partir de las distancias focales de los lentes: $V = \frac{f_{objetivo}}{-f_{ocular}}$, determine el aumento del telescopio terrestre implementado.

Precauciones y observaciones

- Tenga en cuenta que todas las posiciones que se brindan en la guía deben ser medidas desde el centro del lente o dispositivo
- Las distancias focales no deben ser calculadas, utilice el valor dado en el lente
- No toque directamente con los dedos los lentes.
- Evite mover el banco óptico bruscamente cuando tenga los dispositivos sobre él, estos tienen imán en la base, pero aun así se pueden caer.
- Evite golpes o caídas de cualquier equipo o material.
- Cualquier daño en equipo o material de laboratorio será cobrado a todo el grupo.
- Ante cualquier duda durante la práctica diríjase con el docente.

Anexo 5. Guía de laboratorio para docente Microscopio y telescopio

Objetivo de la practica

- Aprender a construir un microscopio y conocer su poder de aumento.
- Conocer cómo se construye un telescopio astronómico o de Kepler.
- Conocer cómo se construye un telescopio terrestre o de Galileo.

Es de vital importancia para salvaguardar la seguridad de los estudiantes y del laboratorio informar claramente las precauciones y recomendaciones antes de iniciar la practica:

Precauciones y observaciones

- Tenga en cuenta que todas las posiciones que se brindan en la guía deben ser medidas desde el centro del lente o dispositivo.
- Las distancias focales no deben ser calculadas, utilice el valor dado en el lente.
- No toque directamente con los dedos los lentes.
- Evite mover el banco óptico bruscamente cuando tenga los dispositivos sobre él, estos tienen imán en la base, pero aun así se pueden caer.
- Evite golpes o caídas de cualquier equipo o material.
- Cualquier daño en equipo o material de laboratorio será cobrado a todo el grupo.
- Ante cualquier duda durante la práctica diríjase con el docente.

Principio físico

En esta práctica el estudiante debe manejar conceptos básicos sobre el microscopio compuesto, el telescopio astronómico, el telescopio terrestre y la ecuación de formación de imágenes.

Se puede definir como microscopio compuesto cualquier microscopio que utilice más de una lente para permitir observar una muestra cercana de forma aumentada. El término se utiliza en contraposición al concepto de microscopio simple, en el que sólo se utiliza una lente y que se conoce también como lupa.

En esta práctica se trabajará un microscopio compuesto de dos lentes.

Funcionamiento del microscopio compuesto:

El microscopio compuesto más sencillo puede estar basado en dos lentes. La lente situada cerca de la muestra se denomina objetivo, el ocular es la lente a través de la cual observamos la muestra con el ojo. La luz proveniente de la muestra atraviesa el objetivo formando una imagen intermedia aumentada como resultado. Esta imagen se denomina imagen real. Al mirar a través de la lente ocular se ve una imagen aumentada de la imagen real que se conoce como imagen virtual.

La configuración más simple de un microscopio compuesto consiste en una lente para el objetivo y otra para el ocular.

Aumento del microscopio compuesto:

El aumento total obtenido mediante un microscopio compuesto es el resultado de combinar el aumento obtenido por el objetivo con el aumento obtenido por el ocular. Habitualmente, la mayor parte del aumento se produce en el objetivo. El aumento total se calcula multiplicando el aumento del objetivo por el aumento del ocular.

El aumento del objetivo se puede calcular con:
 $m = \frac{b}{g}$, con g igual a la distancia entre la figura y el objetivo y b la posición de la imagen intermedia.

El aumento del ocular se puede calcular con:
 $V = \frac{b}{f}$, con b igual a la posición de la imagen intermedia y f la distancia focal del ocular.

El telescopio es un instrumento óptico consistente, en su configuración más sencilla, en dos lentes situadas de tal manera que permiten la observación de objetos muy lejanos.

Funcionamiento del telescopio:

Para la práctica se utilizan las configuraciones más sencillas de un telescopio, que son la configuración de Galileo y la configuración de Kepler. El principio básico de ambas configuraciones es que una primera lente, denominada objetivo, hace converger los rayos del objeto distante en un punto más cercano. Los rayos que llegan al objetivo son paralelos (objeto lejano) y por tanto convergen en una distancia igual a su distancia focal. A su vez, mediante una segunda refracción en otra lente, denominada ocular, se produce la imagen final. Esta última se forma a partir de la imagen producida por el objetivo.

Telescopio de Galileo:

Es un sistema óptico compuesto por dos lentes situados en los extremos. En el extremo del frente, el más cercano al objeto, esta una lente convergente llamada objetivo, por la cual ingresa la luz del objeto y se refracta hasta concentrarse en el foco, donde se forma la imagen. Situado en el extremo opuesto, se coloca una lente divergente, denominada ocular, a través del cual los rayos que pasan por él incrementan en ángulo. Esto implica que el tamaño angular aparente es incrementado y la imagen del objeto es ampliada y derecha.

Los rayos que llegan al foco son mayormente del centro del objeto, de modo que cuando observamos a través de un telescopio refractor, veremos que el borde del objeto no es nítido y presenta colores. Los telescopios Galileanos son más apropiados para observación terrestre, o de la luna y los planetas.

Aumento del telescopio de Galileo:

El aumento del telescopio de Galileo está dado por la relación entre la distancia focal del objetivo y la distancia focal del ocular, así:

$$V = \frac{f_{\text{objetivo}}}{-f_{\text{ocular}}}$$

Telescopio de Kepler:

Es un sistema óptico el cual una lente convergente se conoce como objetivo ya que es la que esta hacia el lado del objeto a observar y la otra lente también convergente es el ocular. El objetivo se encarga de generar una imagen invertida del objetivo. Por lo tanto, en el foco del objetivo es donde se forma la imagen del objeto como si estuviese en el infinito. El ocular se encarga de formar la segunda imagen aumentada con respecto a la primera imagen generada por el objetivo. El uso de las dos lentes permite que se produzca una imagen ampliada, y para la imagen del ocular los rayos refractados son paralelos y así la imagen del objetivo se forma en el foco ocular.

Aumento del telescopio de Kepler:

El aumento del telescopio de Kepler está dado por la relación entre la distancia focal del objetivo y la distancia focal del ocular, así:

$$V = \frac{f_{\text{objetivo}}}{f_{\text{ocular}}}$$

Ecuación de formación de imágenes:

La distancia focal, la distancia entre el objeto y la lente y la distancia entre la lente y la imagen real/virtual se relación en la siguiente ecuación:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$$

f = Distancia focal del lente

g = Distancia entre el objeto y la lente

b = Distancia entre la lente y la imagen

g puede tomar valores positivos o negativos, de ser negativo nos indica que la imagen formada es una imagen virtual, de lo contrario si es positivo, se trata de una imagen real.

Para un sistema de lentes, con formación de imagen intermedia, como el microscopio b representa la posición de la imagen intermedia, mientras que f es a la distancia focal del objetivo y g la distancia entre la figura y el objetivo.

Actividades previas

El docente a cargo, en uso de su pedagogía, deberá previamente ambientar la practica con ejercicios teóricos para la casa conforme a lo enseñado en el salón de clase, con cálculos y uso de la ecuación de formación de imágenes y la ecuación de magnificación, para recibir sus resultados antes de la práctica y poder complementar el saber teórico de los estudiantes con la experiencia práctica.

Desarrollo de la practica

Tiempo: la práctica tiene un tiempo estimado de 60 minutos para la ejecución de los experimentos.

Entrega de informe: El estudiante debe entregar la sección de evaluación totalmente solucionada juntos con las observaciones y datos tomados, dándosele mínimo 3 días, esta entrega debe tener portada, introducción, desarrollo, análisis y conclusiones, excelente orden y entregarse de manera individual.

Montaje

Montaje 1: El microscopio



Imagen 1.

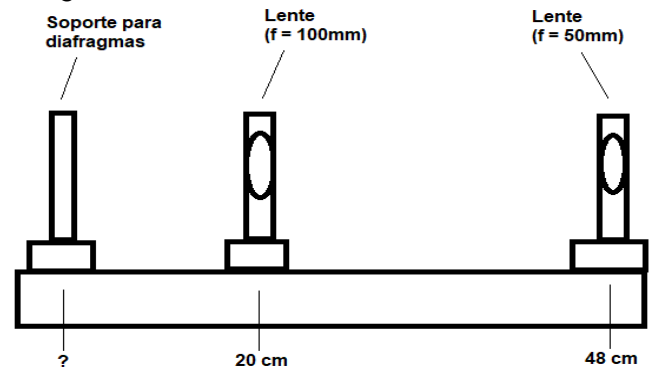


Ilustración 1.

Montaje 2: El telescopio de Kepler

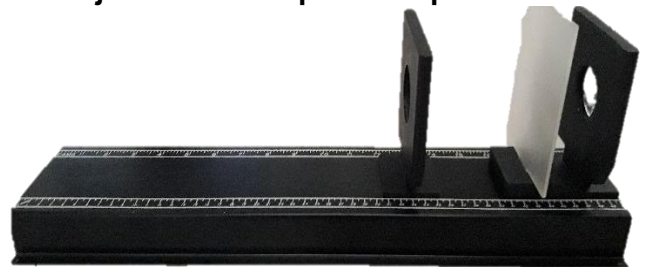


Imagen 2.

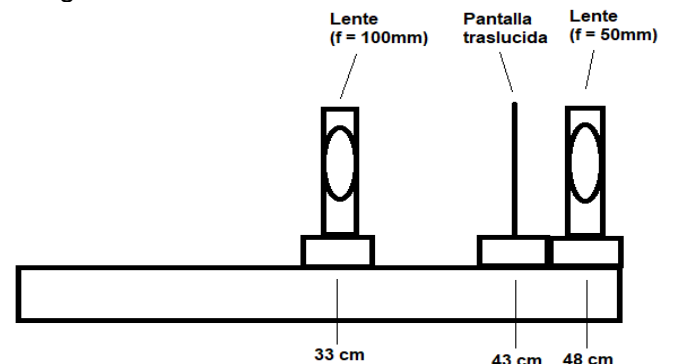


Ilustración 2.

Montaje 3: El telescopio de Galileo



Imagen 3.

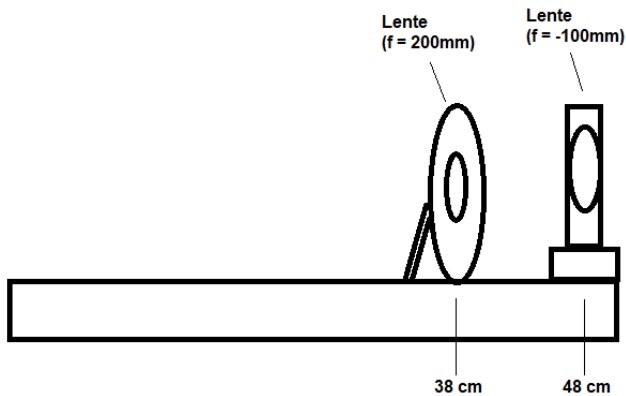


Ilustración 3.

Equipo

- ✓ 1 Banco óptico de 50 cm
- ✓ 1 Pantalla translúcida
- ✓ 1 Soporte para diafragmas
- ✓ 15 Láminas de figuras para proyección
- ✓ 1 Lente ($f = +50$ mm)
- ✓ 1 Lente ($f = +100$ mm)
- ✓ 1 Lente ($f = -100$ mm)
- ✓ 1 Lente ($f = +200$ mm)

Ejecución del experimento:

Experimento 1: El microscopio

Realice el montaje 1, ilustrado en la imagen 1:

1. Ubique el banco óptico con la escala de centímetros frente a usted y monte el lente ($f = +50$ mm) al extremo derecho (posición 48 cm)

2. Monte la lente ($f = +100$ mm) exactamente a 30 cm de distancia del anterior lente (posición 20 cm)
3. Monte el soporte para diafragmas justo adelante del lente ($f = +100$ mm) y ubique la figura que tiene una grilla o la de su preferencia, en la apertura más cercana al lente (asegúrese que la marca CAMG en la figura le indique la correcta orientación de esta)
4. Mire directamente a través del primer lente ($f = +50$ mm) y desplace la figura hasta que sea vea con nitidez. Anote las observaciones en el punto 1.
5. Mida la distancia entre la figura y el lente ($f = +100$ mm) y la distancia entre el lente ($f = +100$ mm) y el lente ($f = +50$ mm). Anote estas distancias en el punto 2.
6. Use su imaginación para probar el microscopio con otros objetos, puede ser otras figuras de proyección, la punta del dedo, entre otros.

Observaciones:

1: Describa la imagen que pudo observar, además responda, ¿la imagen esta derecha o invertida?, ¿la imagen esta ampliada o reducida?

: Se observa solo una porción de la imagen, ampliada e invertida.

2: ¿Cuál es la distancia entre la figura y el lente ($f = +100$ mm)?

: 17 cm

¿Cuál es la distancia entre los dos lentes?

: 28 cm

Experimento 2: El telescopio de Kepler

Realice el montaje 2, ilustrado en la imagen 2:

1. En el banco óptico deje solo el lente ($f = +50$ mm) en el extremo derecho (posición 48 cm) y retire todo lo demás.
2. Monte la pantalla traslucida justo delante del lente ($f = +50$ mm) (posición 43 cm)
3. Monte el lente ($f = +100$ mm) delante de la pantalla traslucida a 10 cm de distancia (posición 33 cm)
4. Oriente el banco óptico hacia una ventana y observe por el primer lente ($f = +50$ mm). Anote la observación en el punto 1.
5. Retire la pantalla traslucida y observe hacia el mismo lugar. Anote la observación en el punto 2.
6. Mida la distancia entre el lente ($f = +50$ mm) y el lente ($f = +100$ mm) y anótela en el punto 3.

Observaciones:

1: Describa la imagen que observa en la pantalla traslucida, además responda, ¿la imagen esta derecha o invertida?, ¿la imagen esta ampliada o reducida?

: La imagen se ve aumentada e invertida, opaca, con poca luz y sin aberración.

2: Describa la imagen que observa una vez retirada la pantalla traslucida, además responda, ¿la imagen esta derecha o invertida?, ¿la imagen esta ampliada o reducida?

: La imagen se ve aumentada e invertida, con nitidez, luz natural y aberración.

3: ¿Cuál es la distancia entre los dos lentes?

: 15 cm

Experimento 3: El telescopio de Galileo

Realice el montaje 3, ilustrado en la imagen 3:

1. Retire todos los dispositivos del banco óptico y ubíquelo nuevamente con la escala de centímetros frente a usted.
2. Monte la lente ($f = -100$ mm) al extremo derecho (posición 48 cm)
3. Monte la lente ($f = +200$ mm) a 10 cm del primer lente, (posición 38 cm).
4. Oriente el banco óptico hacia una ventana y mire a través del lente ($f = -100$ mm). Si es necesario, mueva ligeramente el lente ($f = +200$ mm) hasta conseguir una imagen nítida y anote la observación en el punto 1.
5. Mida la distancia entre el lente ($f = -100$ mm) y el lente ($f = +200$ mm) y anótela en el punto 2.

Observaciones:

1: Describa la imagen que pudo observar, además responda, ¿la imagen esta derecha o invertida?, ¿la imagen esta ampliada o reducida?

: La imagen se ve ampliada y derecha, con gran aumento y nitidez

2: ¿Cuál es la distancia entre los dos lentes?

: 10 cm

Trabajo en casa

Experimento 1: El microscopio

1: Identifique el objeto a estudiar, el objetivo y el ocular en los siguientes elementos del montaje:

- Soporte con figura (objeto a estudiar)
- Lente ($f = +100$ mm) (objetivo)
- Lente ($f = +50$ mm) (ocular)

2: El objetivo origina una imagen intermedia. Usando la ecuación de formación de imágenes: $\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$ calcule la posición de esta imagen intermedia, con f igual a la distancia focal del objetivo, g distancia entre la figura y el objetivo y b posición de imagen intermedia.

En la posición 24.29 cm está ubicada la imagen intermedia.

3: Determine el poder de aumento del objetivo a partir del aumento lineal: $m = \frac{b}{g}$, con g igual a la distancia entre la figura y el objetivo y b la posición de imagen intermedia.

El poder de aumento del objetivo es de 1.43

4: Esta imagen intermedia se observa a través del ocular, el cual actúa como una lupa. Calcule el poder de aumento: $V = \frac{b}{f}$, con b igual a la posición de imagen intermedia y f la distancia focal del ocular. ¿En qué factor aumenta el ocular la imagen intermedia?

El poder de aumento del ocular es de 4.86

5: Finalmente el poder de aumento total de este modelo de microscopio está dado por la multiplicación entre el aumento del ocular y el aumento del objetivo. Calcule el aumento total del microscopio.

El aumento total del microscopio es de 6.95

Experimento 2: El telescopio de Kepler

1: ¿De qué tipo de lentes está compuesto el telescopio astronómico?

Está compuesto por dos lentes convergentes.

2: Anote en la tabla las sumas de las distancias focales:

Lentes		Distancia entre lentes	Suma de las distancias focales
Distancia focal del ocular	Distancia focal del objetivo		
50 mm	100 mm	15 cm	150 mm o 15 cm

¿Cuál es la relación entre la suma de las distancias focales y la distancia entre lentes o longitud del telescopio?

La longitud del telescopio de Kepler corresponde a la suma de las distancias focales de los lentes empleados.

3: El aumento en un telescopio astronómico se calcula a partir de las distancias focales de los lentes: $V = \frac{f_{\text{objetivo}}}{f_{\text{ocular}}}$, determine el aumento del telescopio astronómico implementado.

El telescopio astronómico implementado tiene un aumento de 2

Experimento 3: El telescopio de Galileo

1: ¿De qué tipo de lentes está compuesto el telescopio terrestre?

Está compuesto por un lente convergente y un lente divergente.

2: Anote en la tabla las sumas de las distancias focales:

Lentes		Distancia entre lentes	Suma de las distancias focales
Distancia focal del ocular	Distancia focal del objetivo		
-100 mm	200 mm	10 cm	100 mm o 10 cm

¿Cuál es la relación entre la suma de las distancias focales y la distancia entre lentes o longitud del telescopio terrestre?

La longitud del telescopio de Galileo corresponde a la suma de las distancias focales de los lentes empleados.

3: El aumento en un telescopio terrestre se calcula a partir de las distancias focales de los lentes: $V = \frac{f_{\text{objetivo}}}{-f_{\text{ocular}}}$, determine el aumento del telescopio terrestre implementado.

El telescopio terrestre implementado tiene un aumento de 2

Bibliografía

- *[INTRODUCTORY OPTICS SYSTEM]*
Instruction Manual and Experiment Guide
for the PASCO scientific Model OS-8500

Sugerencias

Se sugiere la adquisición de 2 lentes más de distancia focal = + 200mm, a la fecha el módulo de óptica cuenta con 2 de estos lentes, pero la práctica está diseñada para su ejecución en 4 grupos de estudiantes

Anexo 6. Guía de laboratorio

Trazado de rayos, reflexión y refracción

Introducción

La reflexión de la luz es el cambio de dirección que experimentan los rayos de luz al llegar a una superficie. Ocurre cuando los rayos de luz chocan contra cualquier superficie. Esta propiedad es muy notoria en las superficies pulidas y lisas, como los espejos, la superficie del agua en reposo y el piso brillante.

Mientras que la refracción de la luz es el cambio de dirección que sufre la luz cuando pasa de una sustancia transparente a otra. Ejemplo, el aire, a otro, como el agua.

La ley de reflexión establece que el ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia:

$$\theta_{reflexión} = \theta_{incidencia}$$

La ley de Snell para la refracción relaciona los ángulos de incidencia y refracción con los índices de refracción de dos medios distintos de la siguiente manera:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

Donde n_1 es el índice de refracción del medio incidente, θ_1 es el ángulo de incidencia, n_2 es el índice de refracción del medio refractante y θ_2 es el ángulo de refracción.

Objetivo de la practica

- Estudiar la ley de la reflexión
- Estudiar la ley de refracción
- Estudiar el comportamiento de los rayos de luz en diferentes prismas

Montaje

Montaje 1:

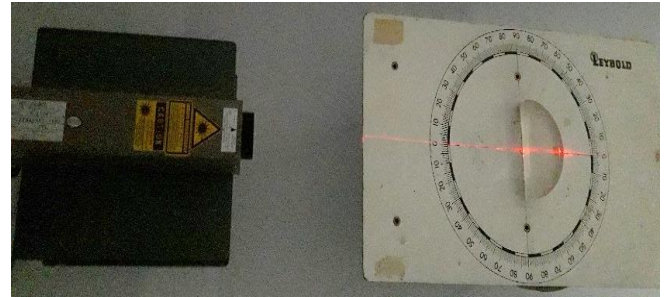
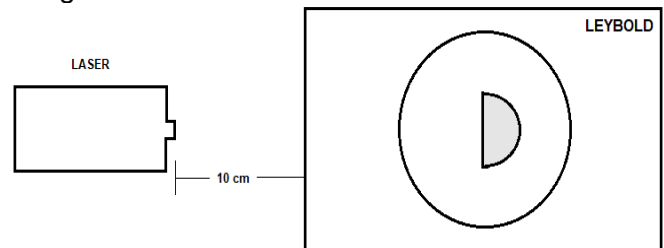


Imagen 1.



Montaje 2:

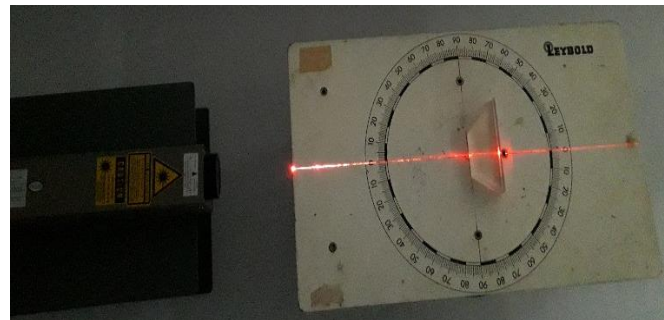
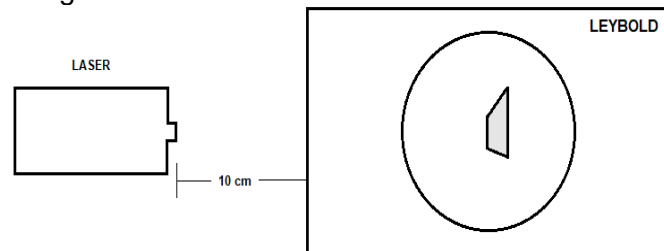


Imagen 2.



Montaje 3:

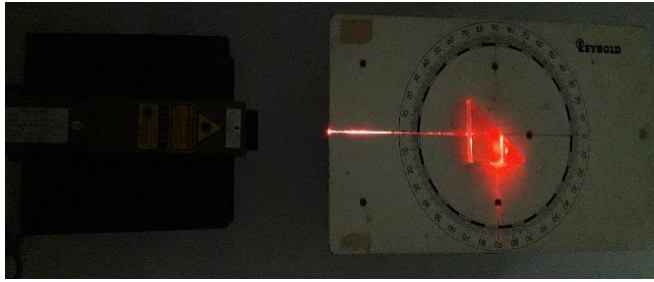
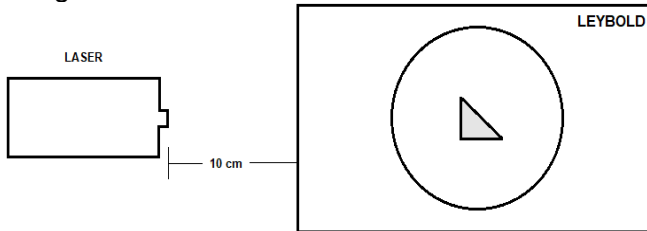


Imagen 3.



Montaje 4:

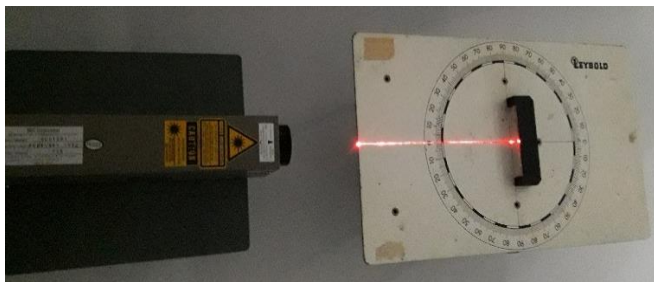
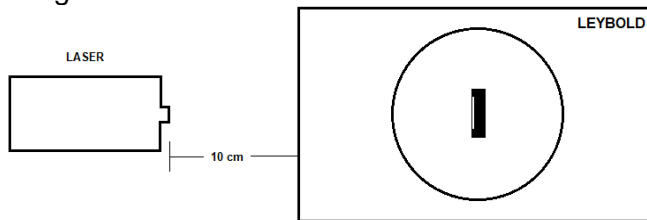


Imagen 4.



Equipo

- ✓ 1 Laser Helio-Neón
- ✓ 1 Soporte para laser (no incluido)
- ✓ 1 Cuerpo semicircular
- ✓ 1 Cuerpo trapezoidal
- ✓ 1 Prisma de ángulo recto
- ✓ 1 Espejo plano
- ✓ 1 Mesa óptica graduada
- ✓ 1 Soporte trípode

Ejecución del experimento:

Experimento 1:

Realice el montaje 1, ilustrado en la imagen 1:

1. Ubique la mesa óptica graduada sobre el soporte trípode.
2. Coloque el láser sobre su soporte y ubíquelo a un lado de la mesa óptica, es decir, de manera paralela como se ilustra en la imagen 1.
3. Mueva el soporte con el láser y permita que entre el filo del láser y el borde de la mesa óptica haya 10 cm de distancia.
4. Encienda el láser y asegúrese que el rayo de luz incida de manera rasante sobre la mesa óptica graduada y que ingrese por el ángulo 0° , si es necesario mover un poco el láser hágalo con mucho cuidado hasta que el rayo este totalmente alineado con el eje del ángulo 0° .
5. Monte el cuerpo semicircular sobre la mesa óptica graduada de modo tal que la superficie plana quede perpendicular al rayo de luz y que este incida por el centro de la superficie plana. Anote sus observaciones en el punto 1.
6. Gire el cuerpo semicircular 45 grados cuidando que el rayo de luz incida siempre en el centro de la superficie plana del cuerpo semicircular. Anote sus observaciones en el punto 2.

Observaciones:

1: ¿Qué pasa con el rayo de luz cuando incide perpendicularmente al cuerpo semicircular?, ¿el rayo se desvía, se desplaza o mantiene su trayectoria?

: _____

2: ¿Qué pasa con el rayo de luz cuando incide en el cuerpo semicircular girado a 45 grados? ¿el rayo se desvía, se desplaza o mantiene su trayectoria?

: _____

3: Dibuje el rayo de luz y el cuerpo semicircular girado a 45 grados tal cual como se ve desde arriba. Trace también la normal del cuerpo semicircular en el punto de incidencia del rayo.

Experimento 2:

Realice el montaje 2, ilustrado en la imagen 2:

1. Retire el cuerpo semicircular de la mesa óptica graduada.
2. Monte el cuerpo trapezoidal sobre la mesa óptica graduada de modo tal que la superficie plana más corta quede perpendicular al rayo de luz y que este incida en el centro. Anote sus observaciones en el punto 1.
3. Gire el cuerpo trapezoidal lentamente cuidando que el rayo de luz incida siempre en el mismo punto. Anote sus observaciones en el punto 2.

Observaciones:

1: ¿Qué pasa con el rayo de luz cuando incide perpendicularmente al cuerpo trapezoidal?, ¿el rayo se desvía, se desplaza o mantiene su trayectoria?

: _____

2: ¿Qué pasa con el rayo de luz después de atravesar en el cuerpo trapezoidal girado?, ¿el rayo se desvía, se desplaza o mantiene su trayectoria?

: _____

3: Dibuje el rayo de luz y el cuerpo trapezoidal girado tal cual como se ve desde arriba. Trace también la normal del cuerpo semicircular en el punto de incidencia del rayo.

Experimento 3:

Realice el montaje 3, ilustrado en la imagen 3:

1. Retire el cuerpo trapezoidal de la mesa óptica graduada.
2. Monte el prisma de ángulo recto sobre la mesa óptica graduada de modo tal que uno de los lados pequeños quede perpendicular al rayo luminoso. El rayo de luz debe incidir en el centro de este lado. Anote sus observaciones en el punto 1.
3. Gire y coloque el prisma de ángulo recto de modo que la base (hipotenusa) quede perpendicular al rayo de luz. El rayo de luz debe incidir en el centro de la base. Anote sus observaciones en el punto 2.
4. Desplace lentamente el prisma de manera perpendicular al rayo de luz tanto hacia arriba como hacia abajo. Anote sus observaciones en el punto 3.

Observaciones:

1: ¿Qué pasa con el rayo de luz cuando ingresa en el prisma de ángulo recto de manera perpendicular a uno de los lados?, ¿el rayo se desvía, se desplaza o mantiene su trayectoria?, ¿Por qué cara el rayo abandona el prisma?

: _____

2: ¿Qué pasa con el rayo de luz cuando ingresa en el prisma de manera perpendicular a la base?, ¿el rayo se desvía, se desplaza o mantiene su trayectoria?, ¿Por qué cara el rayo abandona el prisma?

: _____

3: ¿Qué pasa con el rayo de luz cuando se desplaza el prisma?

: _____

Experimento 4:

Realice el montaje 4, ilustrado en la imagen 4:

1. Retire el prisma de ángulo recto de la mesa óptica graduada.
2. Monte el espejo plano sobre la mesa óptica de manera perpendicular al rayo de luz. El rayo de luz debe incidir en el centro del espejo. Anote sus observaciones en el punto 1.
3. Gire el espejo a 45 grados y asegúrese que el rayo de luz incida en el mismo punto. Anote sus observaciones en el punto 3.
4. Una vez haya finalizado todas sus observaciones apague el láser y no lo mueva.

Observaciones:

1: ¿Qué pasa con el rayo de luz cuando incide en el espejo plano de manera perpendicular?

: _____

2: ¿Qué pasa con el rayo de luz cuando incide en el espejo plano girado a 45 grados?

: _____

3: Dibuje la superficie plana del espejo y el rayo de luz. También debe dibujar la normal en el punto de incidencia.

Trabajo en casa

Experimento 1:

1: Explique por qué en el experimento 1 se presenta el fenómeno de refracción.

2: Sobre el dibujo que realizo en la práctica del experimento 1, identifique y mida los ángulos de incidencia (α) y refracción (β) respecto a la normal en el punto de incidencia y consígnelos en la siguiente tabla:

ángulo de incidencia	ángulo de refracción

3: ¿Cuándo se presenta el fenómeno de refracción el ángulo mayor es el de incidencia o el de refracción?

4: Teniendo en cuenta que el índice de refracción del aire es igual a 1, calcule el índice de refracción del cuerpo semicircular. El valor teórico para el índice de refracción del vidrio acrílico es 1.49, compare su respuesta.

Experimento 2:

1: ¿Cuántas veces se refracta el rayo de luz en el experimento 2?

2: ¿De qué depende la magnitud del desplazamiento paralelo del rayo de luz?

3: Un cuerpo trapezoidal también se le llama placa de caras paralelas, consulte ejemplos de las placas de caras paralelas.

Experimento 3:

1: ¿Cuántas veces se refleja el rayo de luz en el experimento 3 cuando el rayo incide por la base?

2: ¿Qué tipo de reflexión se produce en las caras interiores del prisma de ángulo recto?

3: Consulte aplicaciones del tipo de reflexión presente en las caras interiores del prisma de ángulo recto.

Experimento 4:

1: Sobre el dibujo que realizo en la práctica del experimento 4, identifique y mida los ángulos de incidencia y reflexión respecto a la normal en el punto de incidencia y consígnelos en la siguiente tabla:

ángulo de incidencia	ángulo de reflexión

2: ¿Los ángulos obtenidos en la tabla anterior deben ser iguales o diferentes?

3: ¿Qué ley se cumple en el experimento 4?

Precauciones y observaciones

- El láser es un equipo delicado y costoso, tenga mucho cuidado con su uso.
- No permita que el láser incida directamente a sus ojos.
- No encienda el láser hasta que la guía se lo indique.
- No apague y encienda constantemente el láser, apáguelo únicamente cuando haya finalizado toda la practica
- Evite golpes o caídas de cualquier equipo o material.
- Cualquier daño en equipo o material de laboratorio será cobrado a todo el grupo.
- Ante cualquier duda durante la practica diríjase con el docente.

Anexo 7. Guía de laboratorio para el docente Trazado de rayos, reflexión y refracción

Objetivo de la practica

- Estudiar la ley de la reflexión
- Estudiar la ley de refracción
- Estudiar el comportamiento de los rayos de luz en diferentes prismas

Es de vital importancia para salvaguardar la seguridad de los estudiantes y del laboratorio informar claramente las precauciones y recomendaciones antes de iniciar la practica:

Precauciones y observaciones

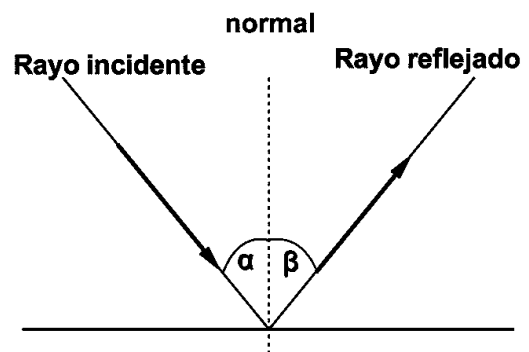
- El láser es un equipo delicado y costoso, tenga mucho cuidado con su uso.
- No permita que el láser incida directamente a sus ojos.
- No encienda el láser hasta que la guía se lo indique.
- No apague y encienda constantemente el láser, apáguelo únicamente cuando haya finalizado toda la practica
- Evite golpes o caídas de cualquier equipo o material.
- Cualquier daño en equipo o material de laboratorio será cobrado a todo el grupo.
- Ante cualquier duda durante la practica diríjase con el docente.

Principio físico

Cuando la luz incide sobre la superficie de separación de dos medios que poseen velocidades de luz diferentes, parte de la energía luminosa se transmite (refracción) y parte se refleja (reflexión).

Reflexión: La reflexión de la luz es el fenómeno óptico que se produce cuando un rayo de luz llega a una superficie y retorna al espacio de donde procede. En la reflexión de la luz se puede distinguir el rayo original o **rayo**

incidente y el rayo que se devuelve o **rayo reflejado**. En el punto donde el rayo incidente y el reflejado se encuentran, se traza una línea imaginaria perpendicular a la superficie que se conoce como **normal**. Entre el rayo incidente y la normal se forma el ángulo de incidencia, y entre la normal y el rayo reflejado se forma el ángulo de reflexión. Así, la dirección en que se refleja la luz depende de la forma de la superficie reflectante y de la dirección del rayo incidente. La luz posee una frecuencia de onda y una velocidad que es igual tanto en el rayo incidente como en el rayo reflejado.

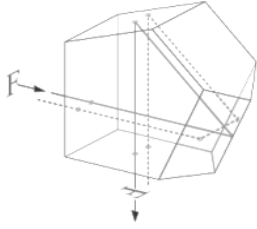


Las leyes de la reflexión de la luz explican la propagación del rayo de luz cuando se devuelve. Existen dos leyes:

- **Primera ley:** el rayo incidente, la normal a la superficie de incidencia y el rayo reflejado están en el mismo plano.
- **Segunda ley:** el ángulo de incidencia α y el ángulo de reflexión β son iguales.

$$\theta_{\text{reflexión}} = \theta_{\text{incidencia}}$$

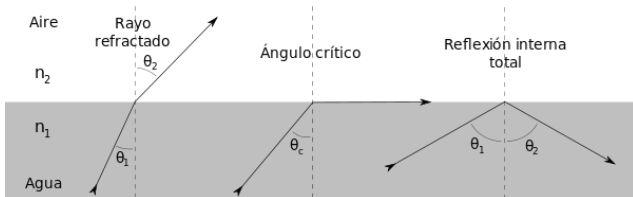
Un caso especial de reflexión es la **reflexión interna total**, este es un fenómeno que se produce cuando un rayo de luz atraviesa un medio de índice de refracción n_2 menor que el índice de refracción n_1 en el que este se encuentra, por lo cual se refracta de tal modo que no es capaz de atravesar la superficie entre ambos medios, reflejándose completamente.



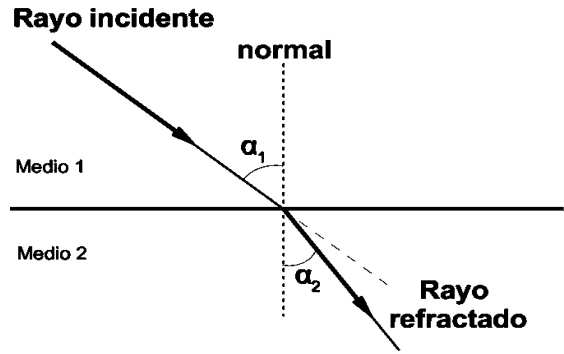
Este fenómeno sólo se produce para ángulos de incidencia superiores a un cierto valor límite o crítico, θ_c . Para ángulos mayores la luz deja de atravesar la superficie y es reflejada internamente de manera total. La reflexión interna total solamente ocurre en rayos que viajan de un medio de alto índice refractivo hacia medios de menor índice de refracción.

El ángulo crítico o ángulo límite también es el ángulo mínimo de incidencia en el cual se produce la reflexión interna total y está dado por:

$$\theta_c = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$



Refracción: La refracción de la luz es el cambio de dirección de los rayos de luz que ocurre tras pasar estos de un medio a otro. Sólo se produce si la onda incide oblicuamente sobre la superficie de separación de los dos medios y si éstos tienen índices de refracción distintos. En la refracción de la luz se distingue el **rayo incidente** y el **rayo refractado**. Entre el rayo incidente y la línea normal se forma el ángulo de incidencia. Mientras que entre el rayo refractado y la normal se forma el ángulo de refracción.



Cada medio tiene un **índice de refracción** (n) que es la relación entre la velocidad de propagación de la luz en el vacío (c) y la velocidad de la propagación de la luz en ese medio (v):

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

Las leyes de la refracción explican cómo se produce este fenómeno. Existen dos leyes:

- **Primera ley:** el rayo incidente en la superficie de separación de dos medios, la normal a la superficie en el punto de incidencia y el rayo refractado están en el mismo plano.
- **Segunda ley:** los índices de refracción n_1 y n_2 , el ángulo de incidencia α_1 y el ángulo de refracción α_2 se relacionan por la siguiente expresión:

$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

Cuando la luz incide perpendicularmente (ángulo de incidencia igual a 0) no hay desvío de la luz, es decir, el rayo incidente sigue su trayectoria lineal.

Actividades previas

El docente a cargo, en uso de su pedagogía, deberá previamente ambientar la práctica con ejercicios teóricos para la casa conforme a lo enseñado en el salón de clase, con cálculos y uso de la ecuación de la ley de Snell, para recibir sus resultados antes de la práctica y poder

complementar el saber teórico de los estudiantes con la experiencia práctica.

Adicional a esto se sugiere dejar como actividad para la casa a los estudiantes introducir un lápiz a un vaso de agua, y responder preguntas tales como: ¿Qué le sucedió al lápiz?, ¿Por qué cree usted que hay un cambio en el lápiz?, para que entreguen sus respuestas antes de realizar la actual práctica.

Desarrollo de la practica

Tiempo: la práctica tiene un tiempo estimado de 90 minutos para la ejecución de los experimentos.

Entrega de informe: El estudiante debe entregar la sección de evaluación totalmente solucionada juntos con las observaciones y datos tomados, dándosele mínimo 3 días, esta entrega debe tener portada, introducción, desarrollo, análisis y conclusiones, excelente orden y entregarse de manera individual.

Montaje

Montaje 1:

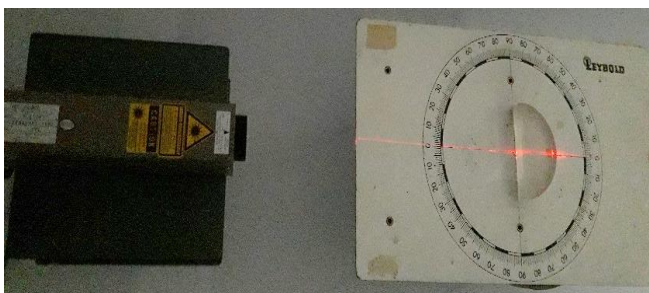


Imagen 1.

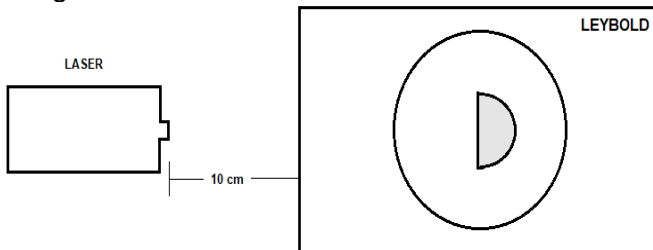


Ilustración 1.

Montaje 2:

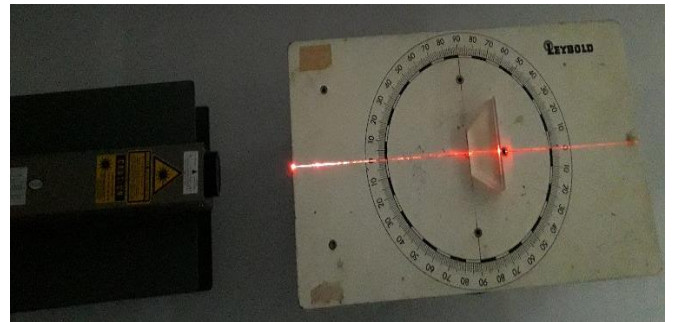


Imagen 2.

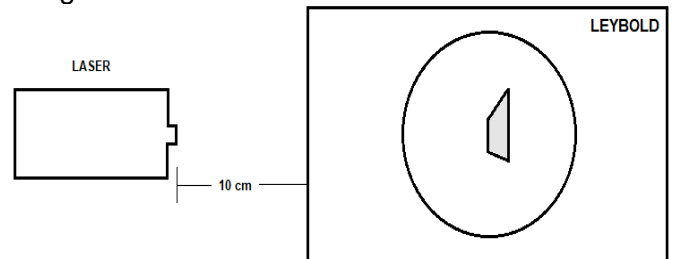


Ilustración 2.

Montaje 3:

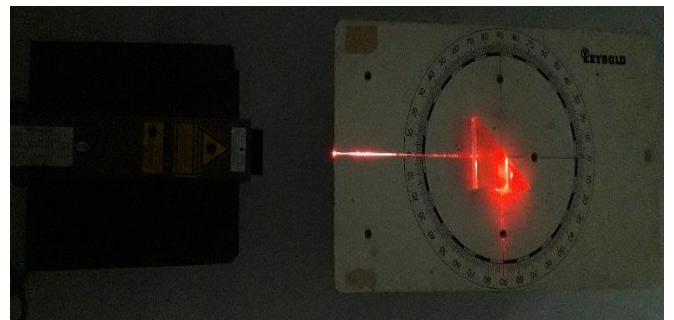


Imagen 3.

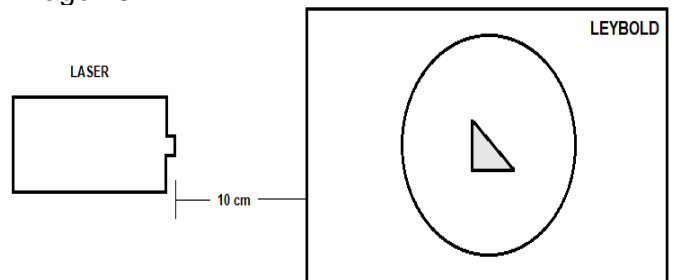


Ilustración 3.

Montaje 4:

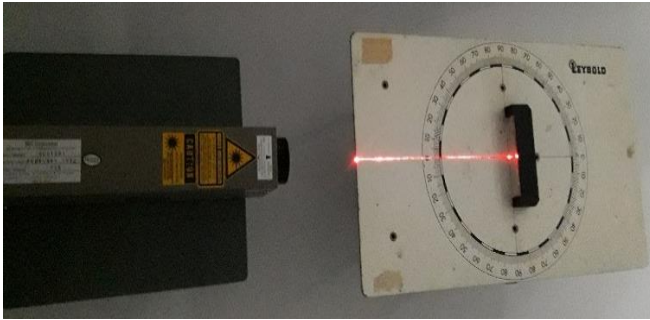


Imagen 4.

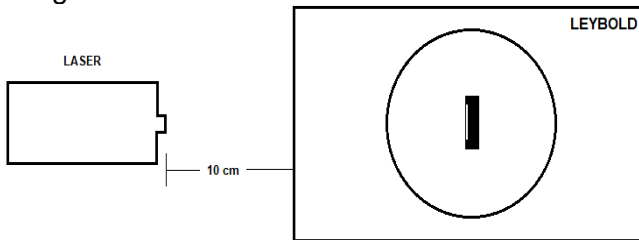


Ilustración 4.

Equipo

- ✓ 1 Laser Helio-Neón
- ✓ 1 Soporte para laser (no incluido)
- ✓ 1 Cuerpo semicircular
- ✓ 1 Cuerpo trapezoidal
- ✓ 1 Prisma de ángulo recto
- ✓ 1 Espejo plano
- ✓ 1 Mesa óptica graduada
- ✓ 1 Soporte trípode

Ejecución del experimento:

Experimento 1:

Realice el montaje 1, ilustrado en la imagen 1:

1. Ubique la mesa óptica graduada sobre el soporte trípode.
2. Coloque el láser sobre su soporte y ubíquelo a un lado de la mesa óptica, es decir, de manera paralela como se ilustra en la imagen 1.

3. Mueva el soporte con el láser y permita que entre el filo del láser y el borde de la mesa óptica haya 10 cm de distancia.
4. Encienda el láser y asegúrese que el rayo de luz incida de manera rasante sobre la mesa óptica graduada y que ingrese por el ángulo 0° , si es necesario mover un poco el láser hágalo con mucho cuidado hasta que el rayo este totalmente alineado con el eje del ángulo 0° .
5. Monte el cuerpo semicircular sobre la mesa óptica graduada de modo tal que la superficie plana quede perpendicular al rayo de luz y que este incida por el centro de la superficie plana. Anote sus observaciones en el punto 1.
6. Gire el cuerpo semicircular 45 grados cuidando que el rayo de luz incida siempre en el centro de la superficie plana del cuerpo semicircular. Anote sus observaciones en el punto 2.
7. Mida el ángulo de incidencia y el ángulo de refracción observados en el punto anterior y anótelos en la tabla 1.

Observaciones:

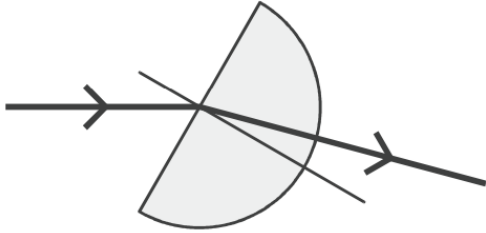
1: ¿Qué pasa con el rayo de luz cuando incide perpendicularmente al cuerpo semicircular?, ¿el rayo se desvía, se desplaza o mantiene su trayectoria?

: El rayo visualmente no sufre ningún cambio, no se desvía ni se desplaza, mantiene su trayectoria inicial.

2: ¿Qué pasa con el rayo de luz cuando incide en el cuerpo semicircular girado a 45 grados? ¿el rayo se desvía, se desplaza o mantiene su trayectoria?

: El rayo se desvía, cambia su dirección o trayectoria inicial

3: Dibuje el rayo de luz y el cuerpo semicircular girado a 45 grados tal cual como se ve desde arriba. Trace también la normal del cuerpo semicircular en el punto de incidencia del rayo.



Experimento 2:

Realice el montaje 2, ilustrado en la imagen 2:

1. Retire el cuerpo semicircular de la mesa óptica graduada.
2. Monte el cuerpo trapezoidal sobre la mesa óptica graduada de modo tal que la superficie plana más corta quede perpendicular al rayo de luz y que este incida en el centro. Anote sus observaciones en el punto 1.
3. Gire el cuerpo trapezoidal lentamente cuidando que el rayo de luz incida siempre en el mismo punto. Anote sus observaciones en el punto 2.

Observaciones:

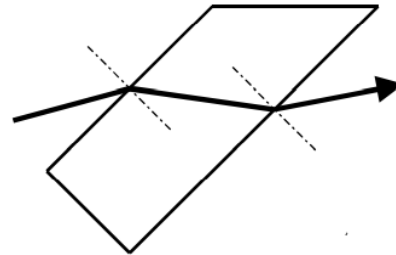
1: ¿Qué pasa con el rayo de luz cuando incide perpendicularmente al cuerpo trapezoidal?, ¿el rayo se desvía, se desplaza o mantiene su trayectoria?

: El rayo visualmente no sufre ningún cambio, no se desvía ni se desplaza, mantiene su trayectoria inicial.

2: ¿Qué pasa con el rayo de luz después de atravesar en el cuerpo trapezoidal girado?, ¿el rayo se desvía, se desplaza o mantiene su trayectoria?

: El rayo se desplaza paralelamente pero sigue la misma dirección, no se desvía.

3: Dibuje el rayo de luz y el cuerpo trapezoidal girado tal cual como se ve desde arriba. Trace también la normal del cuerpo semicircular en el punto de incidencia del rayo.



Experimento 3:

Realice el montaje 3, ilustrado en la imagen 3:

1. Retire el cuerpo trapezoidal de la mesa óptica graduada.
2. Monte el prisma de ángulo recto sobre la mesa óptica graduada de modo tal que uno de los lados pequeños quede perpendicular al rayo luminoso. El rayo de luz debe incidir en el centro de este lado. Anote sus observaciones en el punto 1.
3. Gire y coloque el prisma de ángulo recto de modo que la base (hipotenusa) quede perpendicular al rayo de luz. El rayo de luz debe incidir en el centro de la base. Anote sus observaciones en el punto 2.
4. Desplace lentamente el prisma de manera perpendicular al rayo de luz tanto hacia arriba como hacia abajo. Anote sus observaciones en el punto 3.

Observaciones:

1: ¿Qué pasa con el rayo de luz cuando ingresa en el prisma de ángulo recto de manera perpendicular a uno de los lados?, ¿el rayo se desvía, se desplaza o mantiene su trayectoria?,

¿Por qué cara el rayo abandona el prisma?

: El rayo se refleja en la base y se desvía 90 grados, abandonando el prisma por el segundo lado.

2: ¿Qué pasa con el rayo de luz cuando ingresa en el prisma de manera perpendicular a la base?, ¿el rayo se desvía, se desplaza o mantiene su trayectoria?, ¿Por qué cara el rayo abandona el prisma?

: El rayo se refleja en las dos caras o lados pequeños del prisma, es decir que se desvía dos veces y abandona el prisma en dirección opuesta a la inicial nuevamente por la base.

3: ¿Qué pasa con el rayo de luz cuando se desplaza el prisma?

: Cuando se desplaza el prisma, también se desplaza el rayo de luz que abandona el prisma, pero se mantiene siempre paralelo y en dirección opuesta al rayo incidente.

Experimento 4:

Realice el montaje 4, ilustrado en la imagen 4:

1. Retire el prisma de ángulo recto de la mesa óptica graduada.
2. Monte el espejo plano sobre la mesa óptica de manera perpendicular al rayo de luz. El rayo de luz debe incidir en el centro del espejo. Anote sus observaciones en el punto 1.
3. Gire el espejo a 45 grados y asegúrese que el rayo de luz incida en el mismo punto. Anote sus observaciones en el punto 3.
4. Una vez haya finalizado todas sus observaciones apague el láser y no lo mueva.

Observaciones:

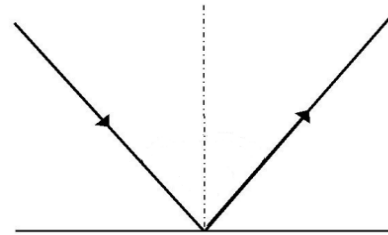
1: ¿Qué pasa con el rayo de luz cuando incide en el espejo plano de manera perpendicular?

: Se refleja sobre sí mismo.

2: ¿Qué pasa con el rayo de luz cuando incide en el espejo plano girado a 45 grados?

: Se refleja en otra dirección, desviando el rayo 90 grados.

3: Dibuje la superficie plana del espejo y el rayo de luz. También debe dibujar la normal en el punto de incidencia.



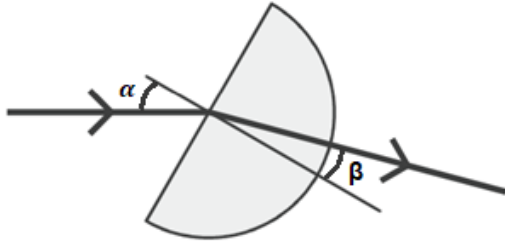
Trabajo en casa

Experimento 1:

1: Explique por qué en el experimento 1 se presenta el fenómeno de refracción.

Porque el rayo de luz proviene inicialmente de un medio con cierto índice de refracción (aire) e ingresa a otro medio con un índice de refracción diferente (vidrio acrílico).

2: Sobre el dibujo que realizo en la práctica del experimento 1, identifique y mida los ángulos de incidencia (α) y refracción (β) respecto a la normal en el punto de incidencia y consígnelos en la siguiente tabla:



ángulo de incidencia	ángulo de refracción
45°	28°

3: ¿Cuándo se presenta el fenómeno de refracción el ángulo mayor es el de incidencia o el de refracción?

El ángulo de incidencia es mayor que el ángulo de refracción.

4: Teniendo en cuenta que el índice de refracción del aire es igual a 1, calcule el índice de refracción del cuerpo semicircular. El valor teórico para el índice de refracción del vidrio acrílico es 1.49, compare su respuesta.

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \alpha}{\sin \beta}$$

$$n_2 = \frac{1 * \sin(45)}{\sin(28)}$$

$$n_2 = 1.5062$$

El valor experimental es muy próximo al valor teórico.

Experimento 2:

1: ¿Cuántas veces se refracta el rayo de luz en el experimento 2?

El rayo de luz se refracta dos veces, una al ingresar al cuerpo trapezoidal y otra al abandonarlo.

2: ¿De qué depende la magnitud del desplazamiento paralelo del rayo de luz?

Depende del ángulo de incidencia, entre mayor sea el ángulo de incidencia mayor será el desplazamiento del rayo.

3: Un cuerpo trapezoidal también se le llama placa de caras paralelas, consulte ejemplos de las placas de caras paralelas.

- Paneles de vidrio
- Peceras cuadradas

Experimento 3:

1: ¿Cuántas veces se refleja el rayo de luz en el experimento 3 cuando el rayo incide por la base?

El rayo de luz se refleja dos veces, una vez en cada lado pequeño del prisma.

2: ¿Qué tipo de reflexión se produce en las caras interiores del prisma de ángulo recto?

Reflexión interna total.

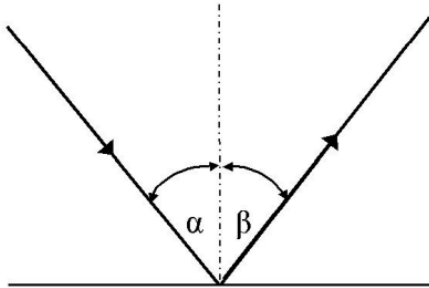
3: Consulte aplicaciones del tipo de reflexión presente en las caras interiores del prisma de ángulo recto.

Aplicaciones de la reflexión interna total:

- Fibra óptica
- Binoculares
- Endoscopio
- Cámaras fotográficas réflex

Experimento 4:

1: Sobre el dibujo que realizo en la práctica del experimento 4, identifique y mida los ángulos de incidencia y reflexión respecto a la normal en el punto de incidencia y consígnelos en la siguiente tabla:



ángulo de incidencia	ángulo de reflexión
45°	45°

2: ¿Los ángulos obtenidos en la tabla anterior deben ser iguales o diferentes?

Los ángulos de incidencia y de reflexión deben ser iguales.

3: ¿Qué ley se cumple en el experimento 4?

Ley de reflexión.

Bibliografía

- [INTRODUCTORY OPTICS SYSTEM]
*Instruction Manual and Experiment Guide
for the PASCO scientific Model OS-8500*

Sugerencias

Se sugiere adquirir 2 mesas de elevación de gato tijera para laboratorio, una para el láser y otra para los prismas. Para la realización de la actual practica es indispensable la correcta alineación del haz de luz, por tanto, la mejor manera es graduar los equipos con las mesas de elevación.

Anexo 8. Guía de laboratorio

Difracción de la luz

Introducción

La luz presenta dos comportamientos, se propaga como una partícula como si se lanzaran múltiples esferas en todas las direcciones, y se propaga como onda, como las olas del mar. Ambos comportamientos son válidos y se conoce como el comportamiento dual de la luz.

Por lo tanto, para abordar el problema en la presente practica se considera un haz de luz incidiendo sobre un obstáculo muy angosto o delgado. En la práctica lo que se observa en la pantalla es una zona muy brillante central acompañada de una serie de zonas brillantes y oscuras (las brillantes cada vez de intensidad menor), alternadamente alrededor de dicho máximo. La condición para que haya interferencia en la pantalla se puede expresar mediante la ecuación:

$$d * \sin \theta = m\lambda$$
$$m = 1,2,3, \dots$$

Dónde d es el ancho del obstáculo u objeto difractante, θ es la separación angular entre el centro del máximo central y el centro de los mínimos o regiones oscuras observados, m es el orden del patrón de difracción para los mínimos de intensidad (m aumenta hacia los extremos del patrón de difracción) y λ es la longitud de onda de la luz incidente.

Para ángulos pequeños:

$$\frac{y}{L} = \tan \theta \approx \sin \theta \approx \theta$$

Entonces finalmente se puede calcular el grosor de un obstáculo u objeto difractante con la siguiente expresión:

$$d = \frac{m\lambda L}{y}$$

Dónde L es la distancia entre el objeto difractante y la pantalla en la cual se proyectará

el patrón de difracción e y es la distancia del mismo mínimo al centro del máximo central.

Objetivo de la practica

- Estudiar el comportamiento ondulatorio de la luz
- Medir el grosor de un alambre
- Medir el ancho de un pequeño agujero
- Medir el grosor de un cabello humano

Montaje

Montaje 1:



Imagen 1.

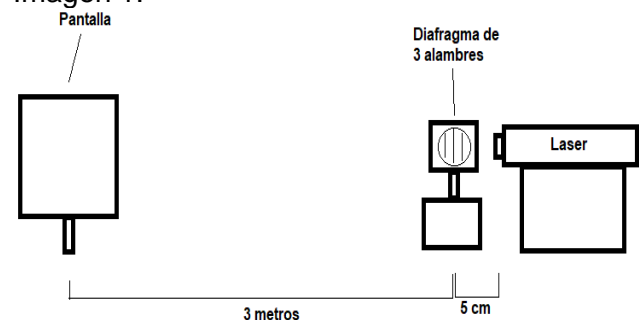


Ilustración 1.

Montaje 2:

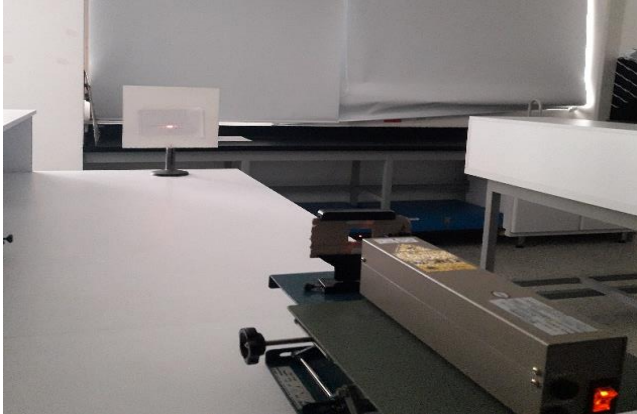


Imagen 2.

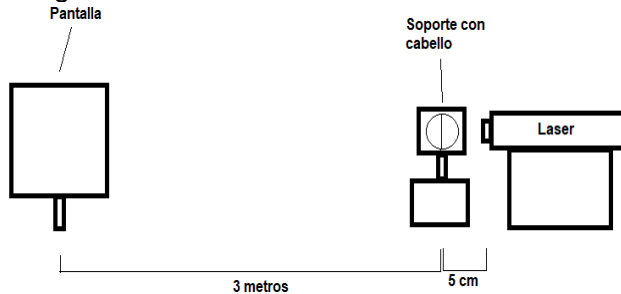


Ilustración 2.

Montaje 3:

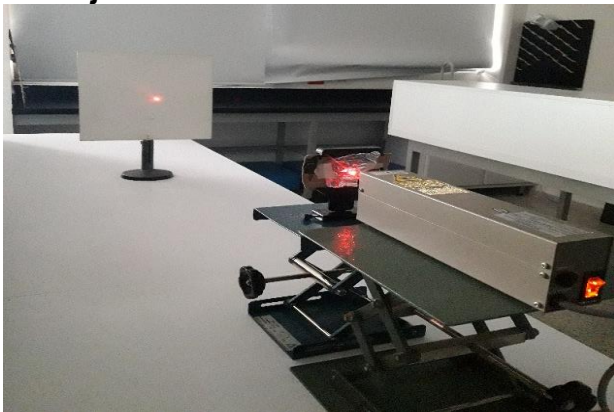


Imagen 3.

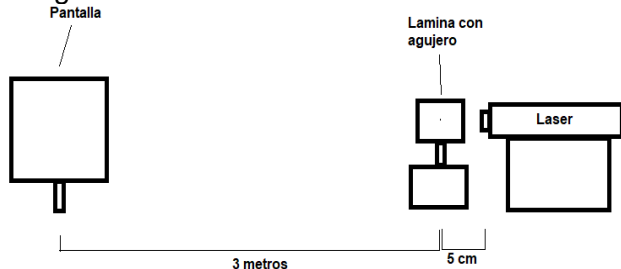


Ilustración 3.

Patrón de difracción:

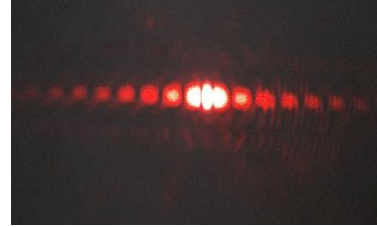


Imagen 4.

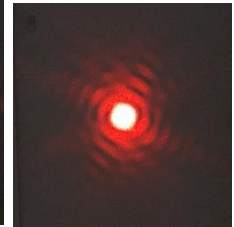


Imagen 5.

Equipo

- ✓ 1 Laser Helio-Neón
- ✓ 1 Soporte para laser (no incluido)
- ✓ 1 Soporte para diafragmas
- ✓ 1 Diafragma de 3 alambres
- ✓ 1 Soporte para cabello
- ✓ 1 Lamina de aluminio con hueco
- ✓ 1 Regla
- ✓ 1 Cinta métrica

Ejecución del experimento:

Experimento 1: Grosor de un alambre

Realice el montaje 1, ilustrado en la imagen 1:

1. Ubique fijamente el diafragma de 3 alambres en el soporte de manera vertical a exactamente 3 metros de distancia de la pantalla o lugar de proyección del láser.
2. Posicione el láser frente al diafragma de 3 alambres a 5 cm de distancia como se ilustra en la imagen 1.
3. Encienda el láser y muévelo cuidadosamente para que el rayo de luz impacte lo más centrado posible en el alambre más delgado de los 3. Habrá ajustado bien el láser si alcanza a ver un patrón similar al de la imagen 4.
4. Sobre la pantalla o lugar donde se está proyectando el láser pegue con cinta una hoja de papel templadamente.

5. Sobre la misma hoja que se está proyectando el láser, con un lápiz trace el patrón que se está presentando.
6. Quite la cinta, retire la hoja de papel y mida la distancia entre el máximo central y el centro de los dos primeros mínimos con una regla. Anote sus mediciones en la tabla 1.

Observaciones:

Nota: el valor de la longitud de onda (λ) de la luz emitida se debe buscar impresa en el láser.

Tabla 1:

Orden (m)	y (distancia entre máximo central y centro del mínimo)	L (Distancia del alambre a la pantalla)	Longitud de onda (λ)
1			
2			

Experimento 2: Grosor de un cabello

Realice el montaje 2, ilustrado en la imagen 2:

1. Consiga un cabello de más de 3 cm de largo para medir su grosor.
2. Utilice cinta para pegar el cabello en el soporte para cabello, este debe estar bien templado y vertical.
3. Retire el diafragma de 3 alambres y en la misma posición ubique el soporte para cabello, es decir que este también estará a 3 metros de la pantalla o lugar de proyección.
4. Ajuste el láser hasta que el rayo de luz impacte lo más centrado posible en el cabello. Habrá ajustado bien el láser si alcanza a ver un patrón similar al de la imagen 4.
5. Sobre la pantalla o lugar donde se está proyectando el láser pegue con cinta una nueva hoja de papel templadamente.

6. Sobre la misma hoja que se está proyectando el láser, con un lápiz trace el patrón que se está presentando.
7. Quite la cinta, retire la hoja de papel y mida la distancia entre el máximo central y el centro de los dos primeros mínimos con una regla. Anote sus mediciones en la tabla 2.

Observaciones:

Tabla 2:

Orden (m)	y (distancia entre máximo central y centro del mínimo)	L (Distancia del cabello a la pantalla)	Longitud de onda (λ)
1			
2			

Experimento 3: Ancho de un agujero

Realice el montaje 3, ilustrado en la imagen 3:

1. Retire el soporte para cabello y en la misma posición ubique la lámina de aluminio con el agujero, es decir que este también estará a 3 metros de la pantalla o lugar de proyección.
2. Ajuste el láser hasta que el rayo de luz impacte lo más centrado posible en el agujero de la lámina. Habrá ajustado bien el láser si alcanza a ver un patrón como el de la imagen 5.
3. Sobre la pantalla o lugar donde se está proyectando el láser pegue con cinta una nueva hoja de papel templadamente.
4. Sobre la misma hoja que se está proyectando el láser, con un lápiz trace el patrón que se está presentando.
5. Quite la cinta, retire la hoja de papel y mida la distancia entre el máximo central y los dos primeros mínimos o anillos oscuros con una regla. Anote sus mediciones en la tabla 3.

6. Una vez finalizada todas las mediciones apague el láser y no lo mueva.

Observaciones:

Tabla 3:

Orden (m)	y (distancia entre máximo central y centro del mínimo)	L (Distancia del agujero a la pantalla)	Longitud de onda (λ)
1			
2			

Trabajo en casa

Experimento 1:

Convierta las unidades de la distancia y a metros para que sea igual a las unidades la distancia L y utilizando la ecuación de difracción determine el grosor del alambre. Anote sus resultados en la tabla 4.

Tabla 4:

Orden (m)	y	L	Longitud de onda (λ)	Grosor del alambre
1				
2				

Experimento 2:

Convierta las unidades de la distancia y a metros para que sea igual a las unidades la distancia L y utilizando la ecuación de difracción determine el grosor del cabello. Anote sus resultados en la tabla 5.

Tabla 5:

Orden (m)	y	L	Longitud de onda (λ)	Grosor del cabello
1				
2				

Experimento 3:

1: Convierta las unidades de la distancia y a metros para que sea igual a las unidades la distancia L y utilizando la ecuación de difracción determine el ancho del agujero. Anote sus resultados en la tabla 6.

Tabla 6:

Orden (m)	y	L	Longitud de onda (λ)	Ancho del agujero
1				
2				

Precauciones y observaciones

- El láser es un equipo delicado y costoso, tenga mucho cuidado con su uso.
- No permita que el láser incida directamente a sus ojos.
- No encienda el láser hasta que la guía se lo indique.
- No apague y encienda constantemente el láser, apáguelo únicamente cuando haya finalizado toda la practica
- Evite golpes o caídas de cualquier equipo o material.
- Cualquier daño en equipo o material de laboratorio será cobrado a todo el grupo.
- Ante cualquier duda durante la practica diríjase con el docente

Anexo 9. Guía de laboratorio para el docente

Difracción de la luz

Objetivo de la practica

- Estudiar el comportamiento ondulatorio de la luz
- Medir el grosor de un alambre
- Medir el ancho de un pequeño agujero
- Medir el grosor de un cabello humano

Es de vital importancia para salvaguardar la seguridad de los estudiantes y del laboratorio informar claramente las precauciones y recomendaciones antes de iniciar la practica:

Precauciones y observaciones

- El láser es un equipo delicado y costoso, tenga mucho cuidado con su uso.
- No permita que el láser incida directamente a sus ojos.
- No encienda el láser hasta que la guía se lo indique.
- No apague y encienda constantemente el láser, apáguelo únicamente cuando haya finalizado toda la práctica.
- Evite golpes o caídas de cualquier equipo o material.
- Cualquier daño en equipo o material de laboratorio será cobrado a todo el grupo.
- Ante cualquier duda durante la practica diríjase con el docente.

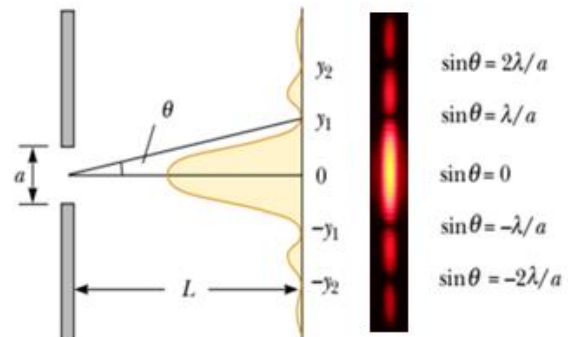
Principio físico

La luz, es energía, y se propaga como una radiación electromagnética que presenta un comportamiento dual: de onda y de partícula. En ciertas condiciones, la luz, al interactuar con la materia, se comporta como onda, pero en otras ocasiones como partícula.

Dentro de las características ondulatorias se presenta el fenómeno de difracción, este fenómeno se genera cuando las ondas de luz atraviesan una rendija u orificio estrecho o

cuando la curvatura de la luz pasa alrededor del borde de un objeto. La cantidad de flexión que posee dependerá del tamaño de la abertura en relación con la longitud de onda de la luz. Cuando la abertura es grande, la cantidad de difracción puede ser insignificante, pero en caso de poseer un tamaño similar, se puede ver fácilmente.

Los efectos ópticos causados por la luz difractada suelen aparecer como bandas oscuras, claras o coloreadas. Su causa se debe a que las ondas de luz interactúan de manera constructiva o destructiva durante la difracción. Cuando dos crestas o dos valles se encuentran, se combinan para crear una cresta o valle más grande, estos se conocen como interferencia constructiva. La combinación de una cresta de onda y un valle de onda significa que se cancelan entre sí y no hay desplazamiento vertical en ninguna dirección en ese punto, esto se conoce como interferencia destructiva. Por lo general, cuando se produce una interferencia constructiva, la luz se muestra como una banda o punto brillante. Cuando se ha producido una interferencia destructiva, se produce una banda o punto oscuro.



Donde θ es el ángulo formado entre la incidencia normal y la onda difractada, siendo y la distancia del máximo central hasta un mínimo y L la distancia entre el objeto difractante y la pantalla, se tiene que:

$$\theta = \tan\left(\frac{y}{L}\right)$$

Pero ya que la distancia y en el patrón de difracción es relativamente pequeña en todos los casos, puedes hacer aproximación para ángulos pequeños:

$$\frac{y}{L} = \tan \theta \approx \sin \theta \approx \theta$$

Una rendija u obstáculo que difracten la onda incidente se conoce como rejilla u obstáculo de difracción. De esta forma, siendo d el ancho de la rendija u obstáculo, se tiene que cada mínimo de interferencia se encuentra si se cumple la siguiente relación:

$$d * \sin \theta = m\lambda$$

Donde, m es un número entero que denota cada uno de los mínimos de difracción ($m = 1, 2, 3, \dots$) aumentando hacia los extremos del patrón de difracción y λ es la longitud de onda de la luz incidente.

Finalmente si reemplazamos la expresión de θ :

$$d = \frac{m\lambda L}{y}$$

En la presente práctica se pretende difractar la luz con diferentes obstáculos, por tanto d será el valor del ancho del alambre, del cabello y del agujero.

Actividades previas

El docente a cargo, en uso de su pedagogía, deberá previamente ambientar la práctica con ejercicios teóricos para la casa conforme a lo enseñado en el salón de clase, con cálculos y uso de la ecuación de difracción, para recibir sus resultados antes de la práctica y poder complementar el saber teórico de los estudiantes con la experiencia práctica.

Desarrollo de la práctica

Tiempo: la práctica tiene un tiempo estimado de 60 minutos para la ejecución de los experimentos.

Entrega de entrega: El estudiante debe entregar la sección de evaluación totalmente solucionada juntos con las observaciones y datos tomados, dándosele mínimo 3 días, esta entrega debe tener portada, introducción, desarrollo, análisis y conclusiones, excelente orden y entregarse de manera individual.

Montaje

Montaje 1:

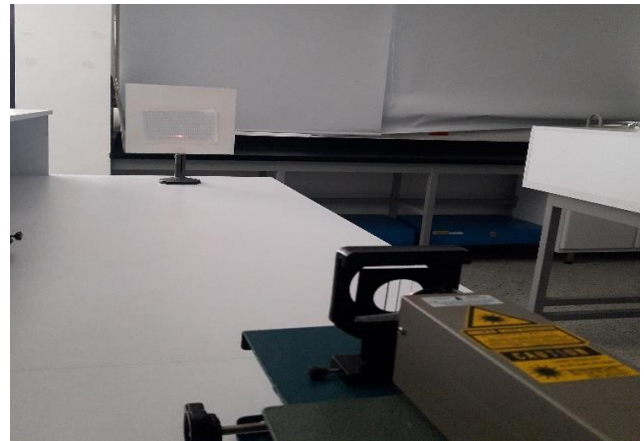


Imagen 1.

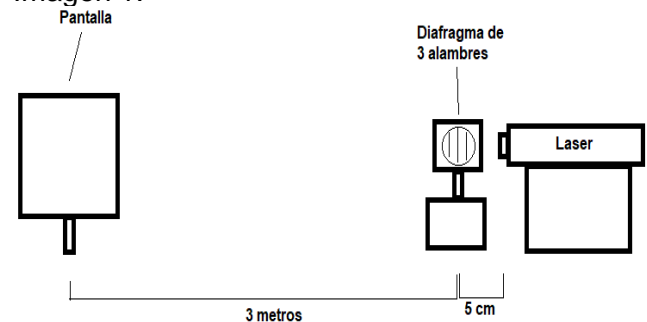


Ilustración 1.

Montaje 2:

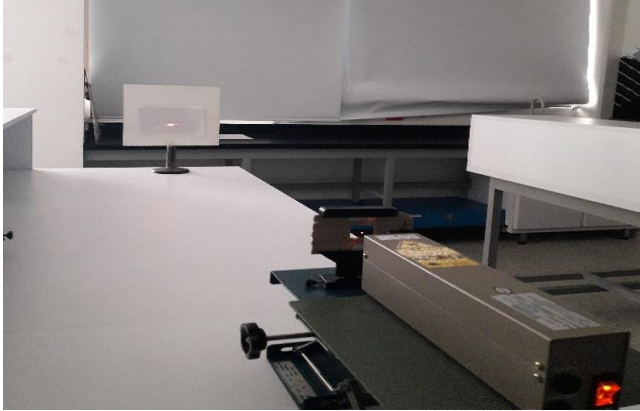


Imagen 2.

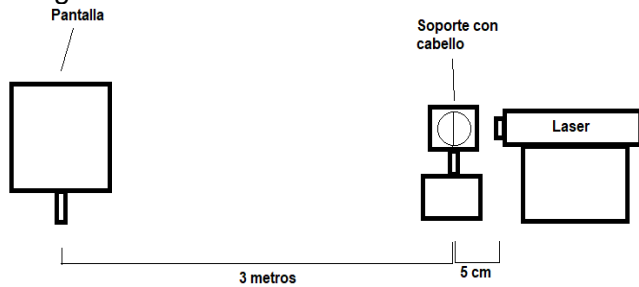


Ilustración 2.

Montaje 3:

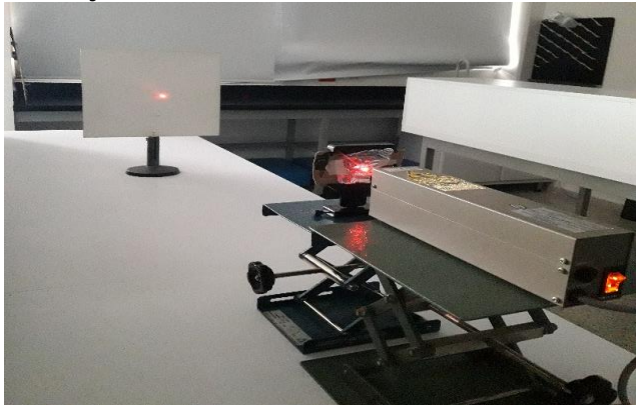


Imagen 3.

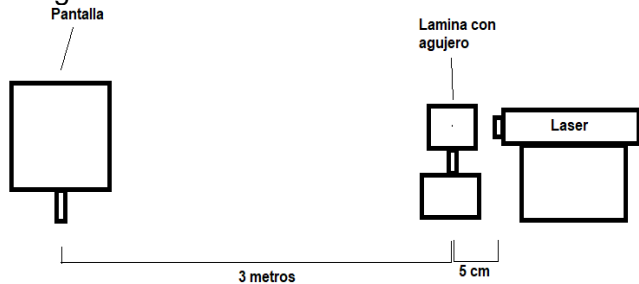


Ilustración 3.

Patrón de difracción:

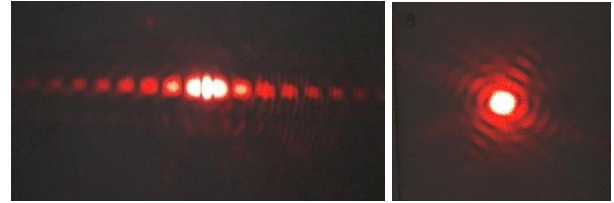


Imagen 4.

Imagen 5.

Equipo

- ✓ 1 Laser Helio-Neón
- ✓ 1 Soporte para laser (no incluido)
- ✓ 1 Soporte para diafragmas
- ✓ 1 Diafragma de 3 alambres
- ✓ 1 Soporte para cabello
- ✓ 1 Lamina de aluminio con hueco
- ✓ 1 Regla
- ✓ 1 Cinta métrica

Ejecución del experimento:

Experimento 1: Grosor de un alambre

Realice el montaje 1, ilustrado en la imagen 1:

1. Ubique fijamente el diafragma de 3 alambres en el soporte de manera vertical a exactamente 3 metros de distancia de la pantalla o lugar de proyección del láser.
2. Posicione el láser frente al diafragma de 3 alambres a 5 cm de distancia como se ilustra en la imagen 1.
3. Encienda el láser y muévelo cuidadosamente para que el rayo de luz impacte lo más centrado posible en el alambre más delgado de los 3. Habrá ajustado bien el láser si alcanza a ver un patrón similar al de la imagen 4.
4. Sobre la pantalla o lugar donde se está proyectando el láser pegue con cinta una hoja de papel templadamente.

5. Sobre la misma hoja que se está proyectando el láser, con un lápiz trace el patrón que se está presentando.
6. Quite la cinta, retire la hoja de papel y mida la distancia entre el máximo central y el centro de los dos primeros mínimos con una regla. Anote sus mediciones en la tabla 1.

Observaciones:

Nota: el valor de la longitud de onda (λ) de la luz emitida se debe buscar impresa en el láser.

Tabla 1:

Orden (m)	y (distancia entre máximo central y centro del mínimo)	L (Distancia del alambre a la pantalla)	Longitud de onda (λ)
1	1.6 cm	3 m	632.8 nm
2	0.8 cm	3 m	632.8 nm

Experimento 2: Grosor de un cabello

Realice el montaje 2, ilustrado en la imagen 2:

1. Consiga un cabello de más de 3 cm de largo para medir su grosor.
2. Utilice cinta para pegar el cabello en el soporte para cabello, este debe estar bien templado y vertical.
3. Retire el diafragma de 3 alambres y en la misma posición ubique el soporte para cabello, es decir que este también estará a 3 metros de la pantalla o lugar de proyección.
4. Ajuste el láser hasta que el rayo de luz impacte lo más centrado posible en el cabello. Habrá ajustado bien el láser si alcanza a ver un patrón similar al de la imagen 4.
5. Sobre la pantalla o lugar donde se está proyectando el láser pegue con cinta una nueva hoja de papel templadamente.

6. Sobre la misma hoja que se está proyectando el láser, con un lápiz trace el patrón que se está presentando.
7. Quite la cinta, retire la hoja de papel y mida la distancia entre el máximo central y el centro de los dos primeros mínimos con una regla. Anote sus mediciones en la tabla 2.

Observaciones:

Tabla 2:

Orden (m)	y (distancia entre máximo central y centro del mínimo)	L (Distancia del cabello a la pantalla)	Longitud de onda (λ)
1			632.8 nm
2			632.8 nm

Experimento 3: Ancho de un agujero

Realice el montaje 3, ilustrado en la imagen 3:

1. Retire el soporte para cabello y en la misma posición ubique la lámina de aluminio con el agujero, es decir que este también estará a 3 metros de la pantalla o lugar de proyección.
2. Ajuste el láser hasta que el rayo de luz impacte lo más centrado posible en el agujero de la lámina. Habrá ajustado bien el láser si alcanza a ver un patrón como el de la imagen 5.
3. Sobre la pantalla o lugar donde se está proyectando el láser pegue con cinta una nueva hoja de papel templadamente.
4. Sobre la misma hoja que se está proyectando el láser, con un lápiz trace el patrón que se está presentando.
5. Quite la cinta, retire la hoja de papel y mida la distancia entre el máximo central y los dos primeros mínimos o anillos oscuros con una regla. Anote sus mediciones en la tabla 3.

6. Una vez finalizada todas las mediciones apague el láser y no lo mueva.

Observaciones:

Tabla 3:

Orden	y (distancia entre máximo central y centro del mínimo)	L (Distancia del agujero a la pantalla)	Longitud de onda
1			632.8 nm
2			632.8 nm

Trabajo en casa

Experimento 1:

Convierta las unidades de la distancia y a metros para que sea igual a las unidades de la distancia L y utilizando la ecuación de difracción determine el grosor del alambre. Anote sus resultados en la tabla 4.

Tabla 4:

Orden	y	L	Longitud de onda	Grosor del alambre
1	0.008 m	3 m	632.8 nm	237300 nm
2	0.016 m	3 m	632.8 nm	237300 nm

Experimento 2:

Convierta las unidades de la distancia y a metros para que sea igual a las unidades de la distancia L y utilizando la ecuación de difracción determine el grosor del cabello. Anote sus resultados en la tabla 5.

Tabla 5:

Orden	y	L	Longitud de onda	Grosor del cabello
1			632.8 nm	
2			632.8 nm	

El grosor del cabello depende de cada persona y en todos los casos sera diferente, de manera general el grosor del cabello humano varía entre 15000 nm (muy delgado) y 170000 nm (extremadamente grueso).

Experimento 3:

1: Convierta las unidades de la distancia y a metros para que sea igual a las unidades de la distancia L y utilizando la ecuación de difracción determine el ancho del agujero. Anote sus resultados en la tabla 6.

Tabla 6:

Orden	y	L	Longitud de onda	Ancho del agujero
1			632.8 nm	
2			632.8 nm	

El ancho del agujero depende de la perforación a la lámina de aluminio realizada en cada práctica.

Bibliografía

PHET Interactive Physics:
<https://phet.colorado.edu>.

Sugerencias

Se sugiere adquirir 2 mesas de elevación de gato tijera para laboratorio, una para el láser y otra para los objetos difractantes. Para la realización de la actual practica es indispensable la correcta alineación del haz de luz, por tanto, la mejor manera es graduar los equipos con las mesas de elevación.

Anexo 10. Acta de entrega de guías de laboratorio del módulo de óptica e inventario

Acta

Entrega de resultados – Pasantía a cargo de Miguel Angel Astaiza Cordoba

El actual documento certifica que el día 10 de abril de 2023, el estudiante de ingeniería física de la universidad del Cauca Miguel Angel Astaiza Cordoba y actual pasante en la Escuela Normal Superior Santa Clara (Almaguer), con la revisión y aprobación de su director de trabajo de grado Pablo Javier Salazar Valencia, hace entrega de los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo del trabajo de grado.

En formato digital se envía al correo de la Normal Superior Santa Clara una carpeta que consta del siguiente contenido:

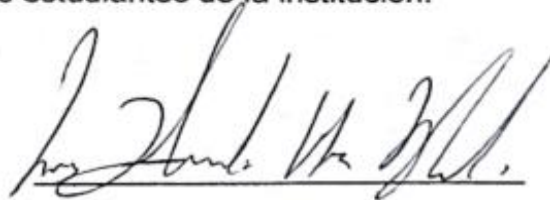
1. Inventario completo de los equipos de laboratorio pertenecientes al módulo de óptica.
2. Guía de laboratorio: Distancia focal, formación de imágenes y magnificación.
3. Guía de laboratorio: Microscopio y telescopio.
4. Guía de laboratorio: Trazado de rayos, reflexión y refracción.
5. Guía de laboratorio: Difracción de la luz.
6. Documento final de trabajo de grado.

Se destaca que cada guía de laboratorio se entrega disponible en dos versiones: guía de laboratorio para estudiantes y guía de laboratorio para el docente.

El codirector de trabajo de grado, el docente de la Escuela normal superior Santa Clara Luis Edmundo Ortiz Delgado recibe la entrega de resultados con satisfacción aprobando su contenido y considerándolo idóneo para los estudiantes de la institución.



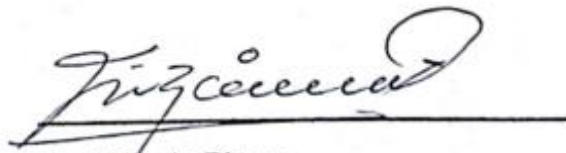
Guillermo Realpe Narváez
Rector
Normal Superior Santa Clara
Municipio de Almaguer



Luis Edmundo Ortiz Delgado
Docente
Normal Superior Santa Clara
Municipio de Almaguer



Miguel Ángel Astaiza Córdoba
Estudiante de ingeniería física
Departamento de física
Universidad del Cauca



José Hilario Rivera
Secretario general
Normal Superior Santa Clara
Municipio de Almaguer