

MANEJO DE EQUIPO ÓPTICO

BÁSICO



Erick Barrios Barocio; Arnaldo Hernández Cardona; Roxette Ramírez Arvidez.
Óptica (v.2024)

Los equipos y materiales empleados en un Laboratorio de Óptica de nivel universitario son delicados y requieren de precauciones para su correcto empleo, así como un conocimiento básico sobre su mantenimiento y cuidado. Para esto es útil saber cómo están contruidos, sus características principales y su forma de operación. A continuación, se proporciona dicha información.

Contenido

1	MANEJO Y LIMPIEZA DE COMPONENTES ÓPTICOS.	1
1.1	Manejo general de componentes ópticos.	1
1.2	Almacenamiento.	2
1.3	Revisión.	2
1.4	Procedimientos de limpieza.	2
2	ÓPTICA Y EQUIPO BÁSICO DE UN LABORATORIO DE ÓPTICA.	3
2.1	Espejos.	3
2.2	Lentes.	4
2.3	Prismas.	4
2.4	Rejillas de difracción.	4
2.5	Rendijas para interferencia.	5
2.6	Interferómetros.	5
2.7	Espectrometros.	6
2.8	Fuentes de luz.	6
3	PRECAUCIONES Y CONSEJOS DE SEGURIDAD.	7
4	REFERENCIAS.	8

1 MANEJO Y LIMPIEZA DE COMPONENTES ÓPTICOS.

A través del uso cotidiano, los componentes ópticos están en contacto con contaminantes como polvo, humedad, y grasa de la piel. Estos contaminantes incrementan la dispersión de las superficies ópticas y, además, pueden producir un daño en su superficie. Por ejemplo, si una partícula de polvo se encuentra en la superficie de un espejo, y un haz láser de alta potencia incide en él, producirá que la partícula se queme produciendo un daño a la superficie óptica.

La naturaleza delicada de los componentes ópticos requiere de procedimientos de manejo y cuidado particulares, con el propósito de maximizar su desempeño y tiempo de vida. Esta guía proporciona información básica sobre dichos procedimientos para varios componentes ópticos. Es recomendable tomar en cuenta que los procedimientos no son universales y dependen del componente en cuestión.

1.1 MANEJO GENERAL DE COMPONENTES ÓPTICOS.

Las *superficies ópticas son las superficies por donde pasa o incide la luz*. La grasa de la piel puede degradar la calidad de la superficie, por lo que es recomendable usar guantes al manipular los elementos ^[1, 2].

Tomar los componentes ópticos por sus superficies NO - Ópticas, como lo son sus superficies esmeriladas o perímetros.

Generalmente las superficies esmeriladas son rugosas (Figuras 4 y 5) para evitar que se nos resbale el componente.

1.2 ALMACENAMIENTO.

Siempre envolver los componentes en tela para lentes (o de textura suave como algodón o seda) y almacenarlos en cajas ajustadas al componente.

Nunca colocar superficies ópticas en superficies duras o rugosas que las puedan rayar.

1.3 REVISIÓN.

Los componentes ópticos deben ser revisados antes y después de su uso para asegurar que estén limpios. Para eso, es conveniente iluminarlos con una luz intensa para que la reflexión o dispersión de la luz debidas a contaminantes en la superficie contrasten respecto de la reflexión especular en la superficie óptica del componente y así localizar la posición del contaminante ^[2]. En caso de requerir identificar cuarteaduras internas la luz debe cruzar a través del componente.

1.4 PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA.

Para llevar a cabo la limpieza de cualquier componente óptico es necesario identificar el tipo de contaminante, ya que un procedimiento de limpieza erróneo podría dañar la superficie óptica.

Al limpiar los componentes siempre hay que usar telas suaves y solventes apropiados para óptica.

Las telas siempre deben estar humedecidas con un solvente adecuado y no usarse en seco, ya que las fibras de la tela pueden rayar la superficie óptica. Las telas adecuadas (en orden de mayor a menor suavidad) son: hisopos de algodón, telas sintéticas para lentes y seda. Los solventes típicos: alcohol isopropílico, metanol o jabón óptico. A continuación, se mencionan los procedimientos de limpieza más comunes ^[1, 2, 3].

A) AIRE COMPRIMIDO.

El polvo y otros contaminantes no adhesivos deben ser removidos con aire antes de realizar cualquier otro procedimiento de limpieza.

No se debe utilizar la boca para soplar el polvo de la superficie ya que es posible que se depositen gotas de saliva que produzcan oxidación.

Es recomendable utilizar aire comprimido o sopladores de bulbo, manteniendo la salida de aire a una distancia considerable de la superficie y comenzando el flujo de aire de forma tangencial a la superficie para reducir la condensación (Figura 1). *Este método es el más recomendable para un primer intento de limpieza; de no funcionar, se procede a alguno de los siguientes.*

B) MÉTODO DE GOTEO Y ARRASTRE.

Tomar una tela limpia y colocarla sobre el componente óptico, posteriormente depositar una o dos gotas de solvente apropiado en la tela y en la región donde se encuentra el contaminante. Arrastrar la tela a lo largo del componente sin levantarla del mismo (Figura 2). Continuar arrastrando la tela hasta que salga de la superficie óptica. De ser necesario, repetir el procedimiento utilizando una nueva tela limpia.

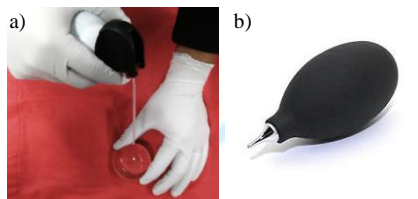


Figura 1. a) Uso de aire comprimido. b) Soplador de bulbo.



Figura 2. Método de goteo y arrastre.

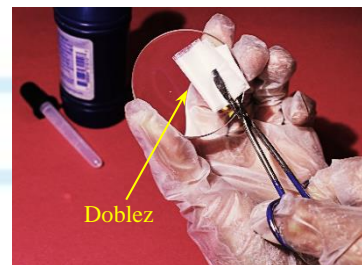


Figura 3. Uso de las pinzas y tela.

C) TELAS PARA LENTES Y PINZAS.

Este método es recomendado para contaminantes adheridos (grasa o sustancias viscosas). La tela se dobla varias veces y se sujeta con pinzas de forma que un doblez sea el que haga el contacto con la superficie óptica. En el doblez se aplican unas gotas de solvente para humedecerlo (Figura 3). Se desliza el doblez en el área por limpiar en un solo movimiento y cuidando que las pinzas no toquen la superficie. De ser necesario, repetir con un nuevo doblez. En caso de utilizar algodón en isopos, lo mejor es mover el isopo en forma espiral de la posición del contaminante hacia la orilla del componente.

D) LAVADO DE ÓPTICA.

Como último recurso, en caso de tener huellas dactilares grandes o residuos de adhesivo, sumergir el elemento óptico en una solución de jabón óptico o jabón de manos diluido en agua destilada. Después de lo cual el componente se debe enjuagar con agua destilada. Finalmente utilizar el método de goteo y arrastre con alcohol para acelerar el secado y evitar manchas residuales de jabón.

2 ÓPTICA Y EQUIPO BÁSICO DE UN LABORATORIO DE ÓPTICA.

A continuación, se presenta una clasificación general del equipo y componentes típicos de un Laboratorio de Óptica Clásica de nivel Universidad, así como sus características, cuidados y precauciones generales.

2.1 ESPEJOS.

Son superficies pulidas y con recubrimiento metálico cuyo propósito es reflejar la luz que incide sobre ellas. En óptica se tiene la necesidad de utilizar espejos planos o curvos con una calidad de superficie (geometría de superficie) muy alta para obtener una reflexión de la luz con propiedades particulares (Figura 4). Las superficies de los espejos son producidas mediante dos métodos:

- I. A través de una serie de pulidos en una superficie metálica, con distintos abrasivos cada vez más finos hasta conseguir el grado de exactitud deseado.
- II. Mediante el depósito de metal sobre una superficie pulida, ya sea por precipitado o por evaporación del metal que luego se adhiere a la superficie. Este método permite el control del espesor de la capa metálica; dependiendo del espesor de la capa, existen espejos que reflejan solamente un porcentaje determinado de la luz incidente y transmiten el resto.

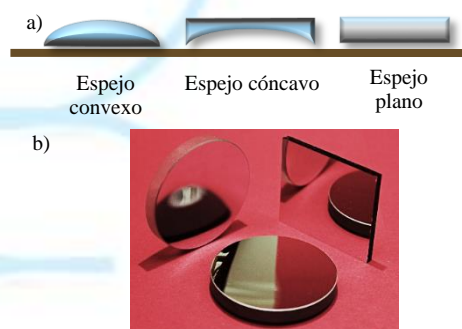


Figura 4. a) Forma adecuada de colocar los espejos sobre una tela. La superficie azul es la superficie metálica reflejante. b) Espejos planos y cóncavos.

La calidad de las superficies es medida utilizando métodos interferométricos y de comparación visual con superficies ópticas calibradas.

Debido a lo anterior, un mal trato de la superficie (como un rayón) destruirá esta calidad óptica afectando su capacidad de reflejar la luz ^[1].

- **Nunca tocar la superficie reflectora con los dedos.**
- **Evitar el contacto de su superficie reflectora con una superficie áspera.**
- **En el caso de espejos cóncavos, colocarlos hacia abajo sobre una tela.**
- **Al limpiar con telas y solventes ópticos, no ejercer presión sobre la superficie.**

2.2 LENTES.

Las lentes son materiales translúcidos cuyas dos superficies son curvas y producen la desviación de los rayos de luz. Dependiendo de la forma en que desvían los rayos, existen dos tipos principales de lentes: convergentes y divergentes (Figura 5).

Para probar el grado de precisión que tienen las superficies, se utilizan métodos de interferencia o de análisis visual ^[1]. Hay que tomarlas por su perímetro y colocarlas en monturas apropiadas que permitan su manipulación sin tocar las superficies ópticas.

En ocasiones las lentes están recubiertas con una o varias películas anti-reflejantes y protectoras, estas lentes se diferencian de las lentes sin recubrimiento por la apariencia de un tinte morado.

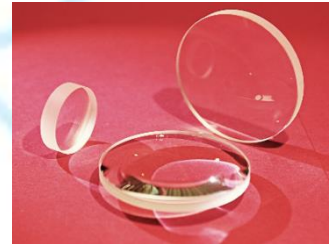


Figura 5. Lentes.

Las lentes con recubrimiento NO se deben limpiar con solventes comunes, ya que podría disolver la película.

Si una lente está sucia, primero se identifica el tipo de lente (con o sin recubrimiento); luego se utiliza alguno de los métodos ya mencionados (sección 1.4).

2.3 PRISMAS.

Un prisma óptico es un sólido transparente con una cierta geometría, la más común es la triangular (Figura 6). El propósito de un prisma es desviar la luz en una dirección particular mediante la refracción. Es usado comúnmente para observar espectros de fuentes de luz o en sistemas fotográficos.

En un prisma de calidad, las superficies ópticas hacen ángulos con valores muy precisos y sus superficies son ópticamente planas. Debido a esto, se requiere de cuidado especial al momento de manipularlos.



Figura 6. Prisma de dispersión con base triangular equilátera.

Tomar los prismas por sus caras esmeriladas.

2.4 REJILLAS DE DIFRACCIÓN.

Son componentes ópticos con estructuras periódicas de tamaño micrométrico, las cuales difractan la luz en varios rayos que viajan en diferentes direcciones (Figura 7), la dirección de los rayos depende del periodo de la estructura y del color la luz incidente. Existen dos tipos de rejillas: de transmisión (o translúcidas) y de reflexión (tipo espejo). Las rejillas de transmisión pueden ser de vidrio o plásticas.

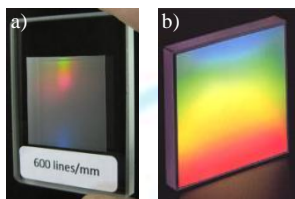


Figura 7. Rejillas de Difracción. a) Transmisión, b) Reflexión.



Figura 8. Rendijas de Interferencia.



Figura 9. Dos tipos comunes de Interferómetros.

Las estructuras que difractan la luz en una rejilla, son líneas paralelas grabadas en el material, dichos grabados pueden ser hechos con láser, de forma similar al grabado de un CD; sin embargo, estos grabados no tienen capa protectora, por lo que se pueden destruir muy fácilmente al entrar en contacto con algún objeto.

Las rejillas NO se deben tocar con los dedos y evitar que entren en contacto con objetos sólidos.

En el caso de rejillas plásticas de transmisión, el grabado es realizado mediante una impresión holográfica con ayuda de una emulsión fotográfica.

Las rejillas holográficas NO se deben limpiar con solventes comunes ya que pueden deformar el plástico o destruir la impresión holográfica.

Para limpiar una rejilla de vidrio o metal se puede utilizar un paño suave y agua con jabón óptico; en el caso de una plástica aire comprimido y un paño suave con agua, en ambos casos cuidando no ejercer presión en la estructura.

2.5 RENDIJAS PARA INTERFERENCIA.

Son hojas de aluminio o plástico a las cuales se les han grabado (o impreso de forma fotográfica) aberturas de distintas formas con tamaños de decenas de micrómetros (Figura 8). Estas estructuras funcionan de forma similar a las rejillas de difracción.

La forma en que se construyen es mediante láser o procesos electro-químicos (para el caso de las metálicas), o mediante reducción e impresión fotográfica (para el caso de las plásticas). En el caso metálico se requiere que la hoja de aluminio sea muy delgada (del orden de micrómetros), lo que las hace extremadamente frágiles a golpes.

NUNCA dejar caer las rendijas y no intentar tocar el aluminio (o plástico) con cualquier objeto.

2.6 INTERFERÓMETROS.

Los interferómetros (Figura 9) son instrumentos de precisión que permiten la adaptación de distintos arreglos experimentales como el tipo Michelson, cuyo propósito es hacer interferir ondas de luz. Por ende, sus partes mecánicas son de alta precisión (movimientos de decenas de nanómetros).

Nunca forzar las partes mecánicas de un interferómetro.

En caso de percatarse de algún problema mecánico, como algún atasco, evitar forzar el componente y solicitar ayuda al profesor.

La óptica en esta clase de instrumentos (espejos, prismas) es de alta calidad por lo que sus superficies ópticas no se deben tocar con los dedos.

2.7 ESPECTROMETROS.

Los cuidados que se deben tener con los espectrómetros son los mismos que con los interferómetros. Sin embargo, hay que enfatizar el cuidado en la parte mecánica. La óptica de un espectrómetro consta de lentes y un prisma, y pueden ser limpiadas con métodos sencillos, sin embargo, cuenta con un gran número de partes mecánicas móviles de alta precisión.

Los espectrómetros cuentan con un telescopio montado en una mesa graduada rotatoria de alta precisión, mientras que el poste que sostiene al colimador está firmemente anclado a la base del espectrómetro, por lo cual este último sirve como punto de sujeción para cargar y mover el espectrómetro (Figura 10).

NUNCA forzar los mecanismos de giro.
NUNCA cargar el espectrómetro del poste del telescopio

2.8 FUENTES DE LUZ.

Las fuentes luminosas se pueden clasificar en cuatro tipos principales según su método de producir luz: lámparas incandescentes; lámparas de LED; lámparas de descarga eléctrica, donde la luz es producida por gas ionizado; y láseres (Figura 11).

I. Láser.

En el caso de la luz láser, puede tratarse de un tubo con gas (generalmente Helio y Neón), con la característica de que está especialmente diseñado para formar una cavidad reflectora y producir luz a través de una amplificación óptica utilizando el fenómeno de emisión estimulada. Los diodos láser funcionan bajo el mismo principio de una cavidad óptica, sin embargo, en lugar de gases, tienen materiales semiconductores que son estimulados eléctricamente para producir y amplificar la luz.

Los láseres, tanto de tubo como de diodo, producen intensidades de luz considerables.

Nunca observar directamente la luz de un láser.

Lo anterior incluye reflejos en superficies metálicas o pulidas. Los láseres de tubo son bastante frágiles debido a la cavidad de vidrio en la cual está contenido el gas a presión y en el que produce la emisión estimulada.



Figura 10. Espectrómetro.



Figura 11. Principales tipos de fuentes de luz. a) De descarga o Espectral. b) Incandescente. c) LED. d) Cavidad Láser. e) Diodo láser.

NO golpear los láseres. Dejar que se enfríen sin moverlos después de un uso prolongado.

Por otro lado, los láseres de diodo, aunque más compactos y resistentes a golpes, son muy sensibles a fluctuaciones de corriente; los diodos láser requieren de una corriente específica para operar, si son alimentados con una corriente mayor, se pueden quemar y quedar inservibles. Antes de encender un diodo láser, se debe confirmar que la fuente de alimentación es estable, pues de lo contrario, al encenderse existe la posibilidad de sobre-flujo de corriente.

Los láseres requieren de un periodo relativamente largo para alcanzar su punto óptimo de operación y emitir una intensidad de luz estable (5 a 10 min en láseres nuevos).

II. Lámparas de descarga (o espectrales).

También son bulbos (o capilares) que contienen gases de distintos elementos a bajas presiones, como los láseres. Sin embargo, no están diseñados para formar una cavidad reflectora. Tienen una vida media de unas 500 hrs. debido a que el gas que contienen se degrada o escapa después de dicho tiempo. Para prolongar su vida útil se aconseja:

- **Conectar la lámpara a una conexión eléctrica con tierra y corriente estable.**
- **Si no se va a utilizar en un periodo próximo de 15 a 20 min, apagarla.**
- **Dar de 2 a 3 minutos después de encendida para que alcance su punto de operación óptimo.**
- **Una vez apagada, no mover la lámpara hasta que se enfríe, cualquier movimiento brusco podría romper el tubo de cristal.**

III. Lámparas incandescentes y LED.

Estas lámparas pueden alcanzar grandes temperaturas. Las lámparas incandescentes emiten luz haciendo pasar corriente eléctrica por un material resistivo de tal forma que este se caliente y comience a radiar luz visible. Por otro lado, los LED's están hechos de materiales semiconductores los cuales emiten luz cuando son sometidos a una corriente y los electrones libres se recombinan con vacancias en átomos. Ambos procesos desprenden calor, aunque en el LED es menor que una lámpara incandescente.

Debido a lo anterior hay que tener cuidado al tocar las lámparas incandescentes después de haber sido usadas por un tiempo considerable; para el caso de los LED, si no cuentan con regulador integrado, se deben conectar a una fuente de corriente controlada, ya que al igual que con un diodo láser, una corriente mayor a la permitida fundirá el LED.

- **Tener cuidado con posibles conexiones malas que puedan provocar descargas eléctricas.**
- **NO observar directamente la luz ya que eso puede dañar la retina.**

3 PRECAUCIONES Y CONSEJOS DE SEGURIDAD.

Con el objetivo de conservar la infraestructura y material en un laboratorio de óptica, así como de mantener la seguridad durante actividades experimentales, se hacen las siguientes recomendaciones:

- No fumar, ni ingerir alimentos y bebidas en el laboratorio, especialmente durante un experimento, el humo y grasa puede ensuciar a los elementos ópticos.
- Estar al tanto de la trayectoria de haces de luz láser cuando se trabaje con ellos.

- Cualquier queja o problema (académico y/o técnico) debe ser comunicado al profesor o al coordinador del laboratorio.
- No hacer mal uso de equipos, materiales e instalaciones.
- Ante cualquier duda, solicitar el o los manuales sobre el uso, características y cuidado de los equipos del laboratorio. En caso de falta de manuales, preguntar al profesor.
- Errores y/o mal funcionamiento del equipo deben ser reportados inmediatamente al profesor o ayudante.
- Siempre seguir los procedimientos básicos de operación de los equipos para evitar deterioros al mismo. Si se desconoce el procedimiento, **PREGUNTAR!!!**
- Cualquier falla o deterioro en equipos, herramientas, accesorios o en las instalaciones, reportarlo al profesor o almacenista antes de usar el equipo.
- Por ningún motivo alterar el funcionamiento normal del equipo, así como intentar repararlo en caso de falla.
- No sacar material o equipos fuera del laboratorio, excepto con la autorización y debido registro.
- Durante y al final de cada actividad, el equipo y área de trabajo deben estar en orden y limpios.
- No hacer desorden en el interior del laboratorio.
- La salida, pasillos y puertas deberán estar libres de obstáculos que impidan su acceso ante alguna eventualidad.
- Colocar cajas de empaque, mochilas o bolsas en un lugar donde no representen un obstáculo.
- En caso de accidente o malestares de salud menores (cortadas, dolores de cabeza, malestar estomacal, etc.), avisar al profesor y solicitar el botiquín de primeros auxilios.

4 REFERENCIAS.

- [1] Edmund Optics. *Cleaning Optics*. (2018).
www.edmundoptics.com/resources/application-notes/optics/cleaning-optics/
- [2] Thor Labs Inc. *Optics Handling and Care Tutorial*. (2018).
www.thorlabs.com/newgrouppage9.cfm?objectgroup_id=9025
- [3] Newport®. *How to clean Optics*. (2018).
www.newport.com/n/how-to-clean-optics