

MANEJO BÁSICO DE EQUIPO ÓPTICO



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. Para esto es útil saber cómo están contruidos, sus características y su forma de operación. A continuación, se proporciona dicha información de forma resumida.

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.....	5
2.8	Fuentes de luz.....	6
3	PRECAUCIONES, CONSEJOS DE SEGURIDAD Y GENERALES.....	8
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 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 generando en consecuencia un daño a la superficie óptica.

La naturaleza delicada de los componentes ópticos requiere de procedimientos de manejo y cuidado especiales 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 ^[1, 2]. Además, se recomienda

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 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.

El polvo debe ser removido 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.*

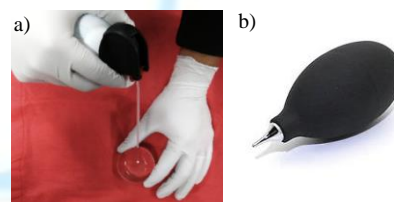


Figura 1. a) Uso de aire comprimido. b) Soplador de bulbo.

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 2. Método de goteo y arrastre.

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.

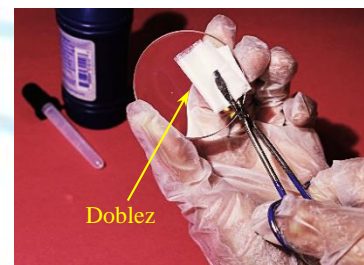


Figura 3. Uso de las pinzas y tela.

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. Cuentan con una calidad de superficie (geometría) muy alta para obtener una reflexión de la luz con propiedades particulares (Figura 4).

Las superficies son producidas mediante una serie de pulidos en una superficie metálica o de cristal, con distintos abrasivos cada vez más finos hasta conseguir el grado de exactitud deseado. Posteriormente se deposita una película de metal sobre la superficie, ya sea por precipitado o por evaporación del metal. Este método permite el control del espesor de la capa metálica, lo cual produce espejos que reflejan solamente un porcentaje determinado de la luz incidente y transmiten el resto.

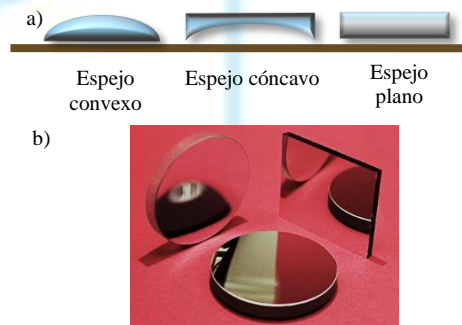


Figura 4. a) Forma adecuada de colocar los espejos sobre una tela. La superficie azul es la superficie metálica reflejante. b) Espejos planos y cóncavos.

La calidad de la superficie es medida utilizando métodos interferométricos o de comparación visual con superficies calibradas. Debido a lo anterior, un mal trato de la superficie destruirá esta calidad afectando la reflexión de 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 de forma muy precisa ^[1]. Dependiendo de la forma en que desvían los rayos, existen dos tipos principales de lentes: convergentes y divergentes (Figura 5). En ocasiones las lentes están recubiertas con una o varias películas anti-reflejantes o de filtraje, estas lentes se diferencian de las lentes sin recubrimiento por la apariencia de un tinte morado.

Siempre se deben tomar por su perímetro y colocarlas en monturas apropiadas que permitan su manipulación sin tocar las superficies ópticas.



Figura 5. Lentes.

Las lentes con recubrimiento NO se deben limpiar con solventes comunes. 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 geometría de prisma, la más común es la triangular (Figura 6). El propósito de un prisma es desviar la luz de cierto color 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, por lo que requieren de mayor cuidado.



Figura 6. Prisma de dispersión con base triangular equilátera.

Tomar los prismas por sus caras esmeriladas.

2.4 REJILLAS DE DIFRACCIÓN.

Son componentes con estructuras de líneas 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.

Las estructuras son grabadas en el material utilizando láseres de alta potencia, sin embargo, estos grabados no tienen una capa protectora, por lo que se pueden destruir fácilmente.

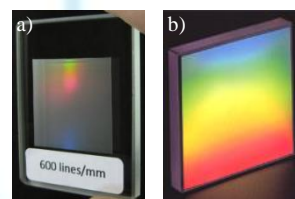


Figura 7. Rejillas de Difracción. a) Transmisión, b) Reflexión.

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 humedecido con agua.

2.5 RENDIJAS PARA INTERFERENCIA.

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

Se construyen 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.



Figura 8. Rendijas de Interferencia.

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

2.6 INTERFERÓMETROS.

Los interferómetros (Figura 9) son instrumentos de precisión que permiten hacer interferir ondas de luz. Por ende, sus partes mecánicas son de alta precisión (movimientos de decenas de nanómetros).

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

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.



Figura 9. Dos tipos comunes de Interferómetros.

Nunca forzar las partes mecánicas de un interferómetro.

2.7 ESPECTROMETROS.

Estos instrumentos son utilizados para observar líneas espectrales de distintos elementos químicos. Su óptica consta de lentes y un prisma, además, cuenta con un gran número de partes mecánicas móviles de alta precisión. 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).



Figura 10. Espectrómetro.

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.

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

2.8 FUENTES DE LUZ.

Las fuentes luminosas se pueden clasificar en cuatro tipos según su método de producir luz: lámparas incandescentes; lámparas de LED; lámparas de descarga eléctrica y láseres (Figura 11).

I. Lámparas incandescentes y LED.

Estas lámparas pueden alcanzar grandes temperaturas ya que 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; 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.

Debido a lo anterior hay que tener cuidado al tocar las lámparas. Para el caso de los LED, se deben conectar a una fuente de corriente estable, ya que al igual que con un diodo láser, una corriente mayor a la permitida fundirá el LED.

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

II. Lámparas de descarga (o espectrales).

Son tubos de cristal delgado llenos de un gas a baja presión, y en cuyos extremos cuentan con polos de metal que permiten someter el gas a un voltaje de miles de volts, el cual excita los átomos del gas para que emitan luz de color particular. Tienen una vida media de unas 500 hrs. debido a que el gas que contienen se degrada o escapa. Para prolongar su vida útil se aconseja:

Conectar la lámpara a una conexión eléctrica estable.
Si no se va a utilizar en un periodo próximo de 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, movimientos bruscos podría romperla.

III. Láseres.

Puede tratarse de un tubo con gas (generalmente Helio y Neón), especialmente diseñado para formar una cavidad reflectora y producir luz a través de una amplificación óptica utilizando el fenómeno de emisión estimulada; también, puede ser un diodo 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. Ambos producen intensidades de luz considerables.

Nunca observar directamente la luz de un láser.



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

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).

Debido a la intensidad de luz que emiten, se requieren consideraciones extra, por ejemplo, siempre se debe saber la clasificación de riesgo del láser con el que se trabaja, en la Tabla I, se resume dicha clasificación.

Sin importar el sistema que se use, los láseres clase 3 o mayores son peligrosos y se deben manejar con cuidado. Sin embargo, es recomendable seguir las reglas de seguridad incluso con láseres clase 1 y 2 para generar el hábito de manejar láseres. Dichas recomendaciones de seguridad son:

No usar joyería (relojes, anillos, etc) reflectiva.
Terminar con un bloqueador apropiado todas las trayectorias láser libres.
Mantener los rayos en un plano horizontal a nivel de la mesa óptica.
Evitar la tentación de agacharse a nivel de la mesa.
De ser posible utilizar lentes con filtro.

Tabla I. Sistemas de clasificación de riesgo en el uso de láseres. Antigua y Revisado

Sistema Antiguo (pre-2002)		Sistema Revisado (post-2002)	
Clase I	No producen daño al ojo	Clase 1	No producen daño en cualquier situación.
Clase II	Hasta 1mW. Producen daño si se observa por un tiempo extendido. El cierre del parpado ayuda a protegerse.	Clase 1M	Producen daño si se utilizan con elementos como lentes y/o espejos convergentes.
Clase IIa	Se requiere de observación continua por más de 1000s para causar daño.	Clase 2	Hasta 1mW. Seguro mientras la exposición no exceda 0.25s (el parpado del ojo).
Clase IIIa	Hasta 5mW. Altamente peligrosos si se utilizan con lentes o espejos convergentes. Incluye apuntadores.	Clase 2M	Seguro mientras la exposición no exceda 0.25s y no se utilicen lentes o espejos convergentes.
Clase IIb	Hasta 500mW. Puede causar ceguera si entra al ojo por tiempos mayores de 1/100 de seg. Incluye reflexiones.	Clase 3R	Seguro mientras se utilicen elementos de protección como lentes con filtros o atenuadores para observar.
Clase IV	De más de 500mW. Causan ceguera y queman la piel.	Clase 3B	Peligrosos si el ojo se expone directamente. Reflexiones difusas o en superficies mate, no son peligrosas.
		Clase 4	Altamente peligrosos por exposición directa o por reflexión. Producen ceguera y queman la piel.

3 PRECAUCIONES, CONSEJOS DE SEGURIDAD Y GENERALES.

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:

- En caso de accidentes, avisar al responsable.
- No fumar, ni ingerir alimentos y bebidas en el laboratorio.
- Colocar las mochilas en un lugar donde no representen un obstáculo ante alguna eventualidad.
- Estar al tanto de la trayectoria de haces de luz láser cuando se trabaje con ellos.
- Ante cualquier duda, solicitar el manual sobre el uso, características y cuidado de los equipos.
- Mantener el área de trabajo en orden y limpios.
- Errores y/o mal funcionamiento del equipo deben ser reportados inmediatamente.
- Siempre seguir los procedimientos de operación de los equipos para evitar deterioros al mismo.
- Cualquier falla en equipos o en las instalaciones, reportarlo antes de usarlo.
- No alterar el funcionamiento normal del equipo, así como intentar repararlo en caso de falla.

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