

INFORME FINAL DE EJECUCIÓN DE PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE

CONVOCATORIA	2018/2019
TÍTULO	Práctica tipo “descubrimiento” sobre la propagación de la luz láser
REFERENCIA	ID2018/120
COORDINADOR	Luis Plaja Rustein
PROFESORES COLABORADORES	<p>Enrique Conejero Jarque Ana González García Carlos Hernández García Íñigo J. Sola Larrañaga Julio San Román Álvarez de Lara Javier Rodríguez Vázquez de Aldana Laura Rego Cabezas Aurora Crego García</p>
ASIGNATURAS IMPLICADAS	<p>Óptica Coherente (Grado de Física, asignatura optativa de cuarto curso) Fotónica (Grado de Física, asignatura optativa de cuarto curso) Óptica I y II (Grado de Física, asignaturas obligatorias de tercer curso) Laboratorio de Óptica (Grado de Física, asignatura obligatoria de tercer curso) Bases de Óptica (Máster en Física y Tecnología de los Láseres, asignatura optativa) Métodos Computacionales en Óptica (Máster en Física y Tecnología de los Láseres, asignatura obligatoria)</p>

1. Introducción

En la presente memoria se informa sobre la ejecución, resultados y conclusiones del proyecto de innovación docente *Práctica tipo “descubrimiento” sobre la propagación de la luz láser*, referencia ID2018/120.

Se ha estructurado el documento comenzando por una sección en la que se recuerdan los objetivos del proyecto. A continuación se detallan las actividades realizadas en torno a éste. Posteriormente se presentan los resultados sobre las encuestas de evaluación de la actividad, junto las que incluimos la discusión de los resultados.

2. Objetivos

Las prácticas de laboratorio son un complemento esencial en la mayoría de las asignaturas que imparten conocimiento contrastable empíricamente. En la mayoría de los centros, las sesiones de laboratorio se conciben como una actividad *demostrativa*, por la cual el alumno confirma experimentalmente algunos de los aspectos de la teoría. Por ello, cuando es posible, la estrategia preferida es la de programar las prácticas posteriormente a la impartición de la teoría. En los casos en los que esto no es posible, los alumnos reciben un guion de prácticas en cuya introducción se presenta un breve resumen de los conceptos teóricos que van a ser demostrados en la sesión. En la formulación habitual de las clases prácticas, se considera, en todo caso, que la realización de la práctica antes de la impartición de la teoría debe ser evitada, siempre que las limitaciones de material y espacio en el laboratorio lo permitan.

Notablemente, la experiencia científica sigue en muchos casos el camino inverso: frecuentemente, un fenómeno desconocido de la naturaleza es puesto en evidencia primero en el laboratorio, donde es caracterizado de forma sistemática, antes de ser interpretado teóricamente.

Aunque desde un punto de vista lógico parece adecuado retrasar la ejecución de una práctica de laboratorio hasta el momento en que la fenomenología se haya visto en la

clase de teoría, no parece una aproximación consistente con la naturaleza de la actividad investigadora. El objetivo de este proyecto es el diseño de una práctica de laboratorio destinada a que el alumno *descubra* la fenomenología, en lugar de confirmarla. Para ello es necesario que el experimento se realice sin apoyo de una teoría ya impartida, de forma que el alumno se enfrente a lo inesperado. Con ese fin, se propone programar la práctica a principio de curso para evitar la “contaminación” teórica. De este modo se enseña al alumno a observar en el laboratorio cualquier evidencia que piense que pueda ayudar a la interpretación posterior, guiado por su curiosidad.

Una vez realizada la sesión práctica, a lo largo del curso el alumno debe ir asociando lo registrado en el laboratorio con los contenidos de las clases teóricas que vayan impartiendo. Durante las clases teóricas, el profesor evitará cualquier referencia a lo visto en el laboratorio, para no dirigir el proceso espontáneo de interpretación de la experiencia.

3. Actividades relacionadas con el proyecto.

Exploración de montajes y ensayo de ideas para desarrollar en la práctica.

Personal implicado: Ana González García, Íñigo J. Sola Larrañaga, Laura Rego Cabezas, Aurora Crego García, Javier Rodríguez Vázquez de Aldana, Luis Plaja

La preparación de la práctica comenzó unos meses antes de su impartición dentro del programa de prácticas de la asignatura “Óptica Coherente”, durante el segundo cuatrimestre del cuarto curso del grado de Física. Se procedió al diseño de los tres módulos de los que se compone la práctica:

- a) Estructura del campo difractado
- b) Formación de imagen por una lente
- c) Viñeteado del campo local (Imagen de Schlieren)

El primer paso fue la adquisición de material complementario. Dado que ya disponíamos de los componentes ópticos típicos de una práctica de laboratorio, completamos la dotación material con la compra de un objetivo macro adaptable al teléfono móvil y de

un soporte para éste. Ambos elementos fueron adquiridos con la asignación económica asociada al presente proyecto. El material fue adquirido en Amazon:

https://www.amazon.es/VicTsing-Angular-Lentes-Teléfonos-Inteligentes/product-reviews/B073P8HGMM/ref=dpx_acr_txt?showViewpoints=1

https://www.amazon.es/Bingolar-Universal-Smartphone-adaptador-abrazadera/dp/B072HH812K/ref=sr_1_5?ie=UTF8&qid=1537528811&sr=8-5&keywords=soporte+para+teléfono+móvil+foto

Una vez adquirido, nos dividimos en tres equipos, para explorar las posibilidades dentro de cada uno de los módulos de la práctica.



Fotografía del montaje de registro de imagen utilizando la cámara de un teléfono móvil. El teléfono se sujeta al banco óptico mediante un soporte. La lente macro tiene forma de pinza y se coloca en la cámara del teléfono. Tanto el soporte como el objetivo macro fueron adquiridos a cargo del presupuesto del proyecto.

Diseño de la práctica.

Personal implicado: Enrique Conejero Jarque, Carlos Hernández García, Julio San Román Álvarez de Lara, Javier Rodríguez Vázquez de Aldana, Luis Plaja

Los profesores de las asignaturas de óptica afines, que pueden beneficiarse de la práctica, realizaron una serie de reuniones para diseñar el contenido de ésta. Como resultado de las reuniones, se confeccionó un guion para el estudiante (se adjunta al final de este informe) para orientarle durante el desarrollo de la práctica. La confección del guion tuvo en cuenta la filosofía “descubrimiento” que se ensaya en este proyecto de innovación. En concreto, el guion

- a) no debía hacer referencia directa a los contenidos de la asignatura, con el fin de no guiar el proceso de descubrimiento.
- b) se debía limitar a sugerir con preguntas las observaciones necesarias para que, a lo largo del curso, el alumno pudiera identificar la fenomenología observada con los contenidos teóricos del curso.



Fotografía del montaje correspondiente al módulo

2.

Desarrollo de la práctica.

Personal implicado: Ana González García, Javier Rodríguez Vázquez de Aldana, Luis Plaja

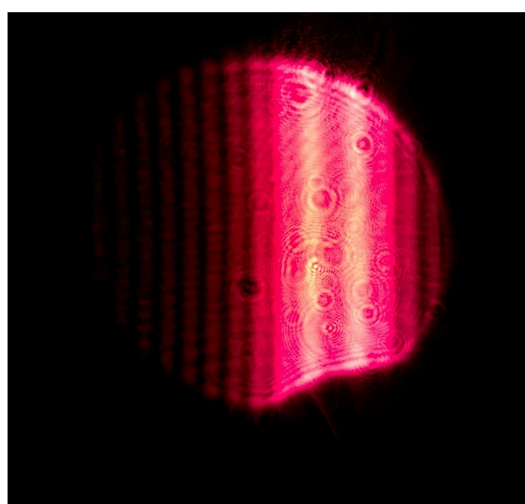
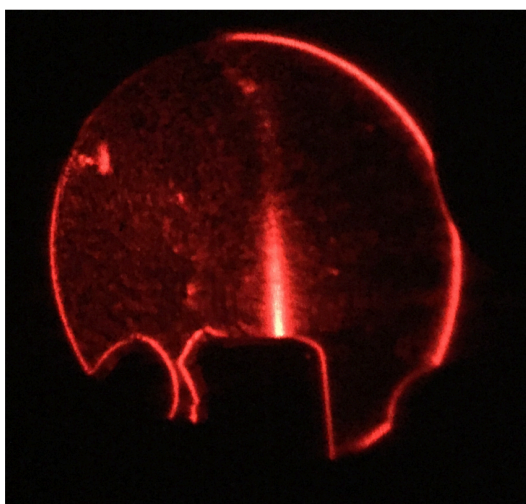
La práctica se desarrolló en dos sesiones de una hora cada una, a lo largo de dos semanas, por grupo. Se formaron grupos de tres alumnos y, de forma excepcional, uno de cuatro. Se considera ideal que los grupos se compongan de uno a tres alumnos. Las tareas se organizaron de la siguiente forma

1ª sesión: Alineación del láser y lentes. Montaje del módulo 3 (viñeteado del campo local)

2ª sesión: Alineación del láser y lentes. Montaje de los módulos 2 y 1.

Dado que el módulo 3 se corresponde al montaje más complejo, convinimos que era más adecuado dedicar a éste una sesión. Por el contrario, los módulos 2 y 1 necesitan de montajes más sencillos y, de hecho, coincidentes en parte. Así pues, es viable que estos dos últimos módulos se puedan realizar en una sola sesión.

Las prácticas fueron realizadas por los alumnos sin demasiados contratiempos. Como se mencionará en el apartado de conclusiones, el mayor problema fue la falta de tiempo. Aquellos grupos que demostraron menor pericia en el montaje de sistemas ópticos necesitaron mayor tiempo y, en algún caso, no pudieron llevar a cabo todas las actividades programadas.



Izquierda: Fotografía de la imagen Schlieren (módulo 3 de la práctica). El montaje Schlieren permite realizar imágenes de objetos transparentes. En este caso se muestra la imagen de un chorro de gas de un mechero sin llama.

Derecha: Imagen de campo cercano (Fresnel) proyectado por una rendija. Se observa como característica de este régimen de propagación, la presencia de un mínimo de intensidad en el centro.

Evaluación crítica.

Personal implicado: Enrique Conejero Jarque, Ana González García, Carlos Hernández García, Íñigo J. Sola Larrañaga, Julio San Román Álvarez de Lara, Javier Rodríguez Vázquez de Aldana, Laura Rego Cabezas y Aurora Crego García.

Una vez concluidas las sesiones de prácticas se procedió a la evaluación de los resultados del proyectos y la redacción de las conclusiones. Completamos la percepción como monitores con la opinión de los alumnos, que recabamos mediante una encuesta de Studium. Los resultados de esta encuesta se muestran adjuntos al final del informe.

4. Opinión de los estudiantes.

Como se ha mencionado, se han recabado las impresiones sobre los resultados del proyecto de innovación docente a los alumnos de la asignatura Óptica Coherente, de cuarto curso del Grado de Físicas, sobre la que se ha ensayado la modalidad “practica descubrimiento”. El formato de la encuesta se adjunta al final del presente informe. Han contestado 13 de los 17 matriculados (76%)

Resultados de la encuesta

Respuesta	Media	Total
Regular	23%	3
Mucho	77%	10
Total	100%	13/13

2

¿Crees que programar prácticas sobre temas específicos antes de que su fenomenología haya sido tratada en las clases teóricas es un recurso útil para el aprendizaje?

Respuesta	Media	Total
Sí, de la forma que ha sido planteada esta actividad.	85%	11
Sí, pero con cambios importantes en como ha sido planteada esta actividad.	8%	1
No, ya que no se aprende mejor que con el tipo convencional de práctica	8%	1
Total	100%	13/13

Un 77% de los estudiantes encuestados considera que el enfoque de la actividad responde a un planeamiento docente innovador. Un 88% considera que el método de aprendizaje tipo “Descubrimiento” en el que el alumno no dispone de información sobre el contenido científico de ésta y, por tanto, debe basarse en su propio criterio de observación, es útil para el aprendizaje.

3

¿Te parece que el material de laboratorio utilizado en la práctica es suficiente?

Respuesta	Media	Total
Sí	92%	12
No	8%	1
Total	100%	13/13

La lente macro y el soporte del teléfono móvil adquiridas en este proyecto, junto con el material habitual de laboratorio son considerados suficientes para el 92% de los alumnos

4





Por motivos de programación, la práctica queda dividida en dos sesiones. ¿Considerarías importante que se condensara en una sola sesión?

Respuesta	Media	Total
No es necesario, ya que se ha programado de forma que puede dividirse en dos sesiones de forma natural.	23%	3
Es deseable.	69%	9
Sería muy necesario.	8%	1
Total	100%	13/13

La mayoría de los estudiantes (69%) no encuentran correcta la planificación de la práctica en dos sesiones de una hora, prefiriendo dedicar una sola sesión de dos horas.

5

El tiempo programado para la práctica (dos sesiones de una hora cada una) es

Respuesta	Media	Total
Ajustado	 31%	4
Algo ajustado	 54%	7
Insuficiente	 15%	2
Total	 100%	13/13

La mayor parte de los estudiantes (69%) encuentran que el tiempo de dos horas destinado a la realización de la práctica es algo ajustado o insuficiente.

Impresiones, críticas y propuestas

El cuestionario incluyó un cuadro de texto, en el que los alumnos tenían la posibilidad de elaborar sus opiniones sobre la experiencia en el laboratorio.

Examinando los comentarios se extraen las siguientes recomendaciones

- 1- Se constata una dificultad proveniente del plazo temporal excesivamente largo, entre la realización de las prácticas y la confección de los informes. Por su naturaleza, el informe de la “práctica descubrimiento” debe realizarse al final del curso, que es cuando ya se han dado todas las claves teóricas para entender las observaciones en el laboratorio. Los estudiantes argumentan que es un periodo demasiado largo para recordar con exactitud las observaciones en el laboratorio. El problema es de difícil solución y pasa, necesariamente, por una mejora en el registro escrito de la actividad práctica. Algún alumno sugiere la confección de modelos de tablas que ayuden al alumno a llevar sus registros.
- 2- Algunos alumnos proponen el diseño de más módulos prácticos tocando incluso temas no incluidos en el programa. Se interpreta con ello, que el alumno propone la oferta de trabajos de fin de grado con el formato “descubrimiento”
- 3- Aparecen con bastante frecuencia críticas sobre la organización temporal de la práctica. Parece que existe un consenso sobre la idoneidad de desarrollar la práctica en una sola sesión. Además, alguna opinión apunta la necesidad de extender la duración de las sesiones.

Encuestado	Respuesta
1	<p>Creo que la práctica descubrimiento es una buena idea, el unico problema que he visto es que a los grupos que haciamos primero las sesiones de laboratorio, cuando veiamos la teoria en clase habian pasado ya dos meses y no recordabamos muy bien lo que habiaos hecho en el laboratorio aunque lo tuviesemos apuntado. Por lo tanto el unico cambio que haría es hacer todas las sesiones de laboratorio mas juntas y explicar la teoria en las siguientes semanas.</p>
2	<p>Realizaría alguna práctica mas, ya que es una forma muy visual de aplicar los conocimientos desarrollados en clases y las posibles utilidades de estos.</p>
3	<p>Creo que sería mejor que fuese en una sesión ya que si no se pierde el hilo. Además en mi caso hice la práctica muy tarde por lo que cuando llegó la explicación teórica lo tenía muy reciente pero si me hubiese tocado al principio probablemente no me acordaría de mucho. Al poner una sola sesión las prácticas podrían ser para todos los grupos más o menos cerca a las clases teóricas.</p>
4	<p>En mi opinión la práctica se ha planteado muy bien si los objetivos eran hacer pensar a los alumnos durante todo el curso lo que estaban viendo. Es positivo que al final se haya llegado a entender realmente lo que se vio en el laboratorio.</p> <p>Personalmente complementarí esta actividad con fenómenos fuera del estudio de la asignatura con el fin de hacer que los alumnos investiguen por su cuenta y se interesen en cuestiones que en primera instancia se escaparían de nuestro conocimiento.</p>
5	<p>Considero que hacer la práctica en dos horas seguidas facilita. El problema que hemos tenido es que desde que hicimos la práctica hasta el momento de entrega del informe ha pasado demasiado tiempo. Quizá se deba incidir más</p>

Encuestado	Respuesta
	<p>en el hecho de tomar bastantes notas para que en ese caso, aunque pase mucho tiempo hasta la realización del informe se pueda refrescar la memoria con las notas. Nosotros tomamos solo nota de las preguntas que se establecían en el guion de la práctica y por tanto, hay muchas cosas que hemos olvidado.</p>
6	<p>Al ser una práctica nueva, con fenómenos no vistos todavía, quizás se necesite algo más de tiempo que una hora para poder entender con más calma qué estamos haciendo.</p>
7	<p>Creo que es mejor realizar prácticas sobre un contenido que ya se haya explicado ya que te permite entenderlo mejor, debido a que al hacerlo con anterioridad cuando se explican los contenidos ya no recuerdas bien la práctica.</p>
8	<p>Yo creo que sería muy interesante realizar y entregar un informe inicial sobre las observaciones para explorar hipótesis sobre lo que sucede antes de que sea visto en el temario (con los conocimientos del momento en que se hagan las prácticas). Tal vez podría consistir en un cuestionario impreso que se rellenaría "in situ" al final de cada práctica en el que se pregunte por las observaciones realizadas y se proponga que se intenten explicar, ofreciendo para ello algún recordatorio relevante (recuerda que la difracción es.../ La aproximación paraxial se aplica cuando... / Ten en cuenta que las interferencias.../ etc). Eso sí, yo diseñaría dicho cuestionario sin dar ninguna pista en absoluto sobre lo que se tiene que observar y lo que se tiene que apuntar, dejando total libertad para ello aunque recomendando meticulosidad, con el objetivo de que el trabajo se aproxime lo máximo posible al que sería un trabajo real de "descubrimiento".</p> <p>Para ello sería conveniente disponer de tres prácticas, una para cada experimento, por razones de tiempo (es insuficiente: yo hubiera marcado la opción "dividir en tres sesiones", si hubiera existido, en la pregunta 4). De la forma en que está dispuesto actualmente, no es factible hacer tres</p>

Encuestado	Respuesta
	sesiones, pero por el tamaño que tiene el montaje podría caber en cualquiera de los 4 bancos ópticos del laboratorio, así que se podrían hacer simultáneamente las prácticas de todos los grupos.
9	Al tener que realizar todo el montaje dos días distintos, el tiempo se quedaba un poco justo.
10	Creo que el problema real está en la falta de tiempo. Quiero decir, durante la hora que tenemos para la práctica, 3/4 de ésta se utilizan en realizar el montaje, cuando he creído entender que la verdadera importancia de esta práctica se basa en las observaciones. Por ello, si no eras lo suficientemente hábil a la hora de realizar el montaje, las observaciones tenías que hacerlas demasiado rápido.
11	Entre los alumnos circula que es mejor elegir los grupos que las tienen más tarde en el curso porque así ya sabes lo que haces. Una vez hechas, veo que eso es un pensamiento totalmente erróneo, porque justamente descubrir aquellas cosas que no se entendían en la práctica al acudir después a clase, ha sido la gracia. Así que intentaría programarlas todas las prácticas antes.
12	He encontrado la actividad muy interesante, aunque es cierto que al transcurrir un tiempo prolongado entre el realizamiento de la práctica y el estudio de los fenómenos en clase, a veces se olvida lo que uno ha observado. En los guiones se hace hincapié en que es necesario tomar nota exhaustiva de todo el procedimiento pero aún así creo que estaría bien que los profesores insistiesen todavía más durante la propia práctica.
13	El modelo de prácticas es muy interesante y novedoso, ya que entre otras cosas, a los alumnos nos obliga a prestar atención a todos los detalles de la práctica y mantenernos atentos a cualquier cambio. Las prácticas ordinarias condensan la práctica de tal manera que vamos "a tiro hecho" y esperando un resultado previamente conocido, y si no sale, ajustamos el experimento

Encuestado	Respuesta
	<p>para que salga. De esta otra manera, nos vemos obligados a probar todas las posibilidades y tenerlas en cuenta, lo que también nos ayuda a entender (posteriormente) no sólo el fenómeno que se busca en el experimento, sino otros efectos secundarios también importantes. Sin embargo, creo que el hecho de no ir "a tiro hecho" hace que la práctica sea más larga, ya que tenemos que anotar prácticamente todo sin saber si luego nos será útil, y por otro lado, puede que cosas que sí son importantes queden sin anotar, por eso, creo que el tiempo del que disponemos es escaso. Por lo general, creo que es un método novedoso en la carrera y que se puede acercar más a la realidad de la experimentación en un laboratorio. Además el curso para el que está planteado es acertado, pues en 4º, ya tenemos (o deberíamos tener) ciertos conocimientos previos, como por ejemplo, el ajuste del haz laser y el preparado de un haz colimado.</p>

4- Conclusiones

A pesar de las pequeñas dificultades que han surgido, consideramos que esta experiencia piloto ha sido exitosa, obteniendo un buen grado de aceptación entre los alumnos, por lo que nos planteamos seguir utilizando este tipo de prácticas descubrimiento en nuestras asignaturas corrigiendo los errores observados, que tienen que ver sobre todo con la duración y la temporización de las actividades.

MODELO DE ENCUESTA

Encuesta sobre la práctica "Descubrimiento"

1 * En relación con las actividades prácticas durante la carrera, ¿consideras que el enfoque "práctica descubrimiento" es novedoso?

- Poco
- Regular
- Mucho

2 * ¿Crees que programar prácticas sobre temas específicos antes de que su fenomenología haya sido tratada en las clases teóricas es un recurso útil para el aprendizaje?

- Sí, de la forma que ha sido planteada esta actividad.
- Sí, pero con cambios importantes en como ha sido planteada esta actividad.
- Indiferente, no hay diferencia pedagógica con el tipo convencional de práctica.
- No, ya que no se aprende mejor que con el tipo convencional de práctica

3 * ¿Te parece que el material de laboratorio utilizado en la práctica es suficiente?

- Sí
- No




4 * Por motivos de programación, la práctica queda dividida en dos sesiones. ¿Considerarías importante que se condensara en una sola sesión?

- No es necesario, ya que se ha programado de forma que puede dividirse en dos sesiones de forma natural.
- Es deseable.
- Sería muy necesario.

5 * El tiempo programado para la práctica (dos sesiones de una hora cada una) es

- Excesivo
- Algo excesivo
- Ajustado
- Algo ajustado
- Insuficiente

6 * **Por favor, añada cualquier comentario que creas oportuno para mejorar el enfoque de la práctica en los próximos años.**

	<input type="text" value="Párrafo"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>

Ruta: p

Cerrar esta ventana

 Moodle Docs para esta página (http://docs.moodle.org/31/es_es/mod/questionnaire/print)

Usted se ha identificado como LUIS PLAJA RUSTEIN (<https://moodle2.usal.es/user/profile.php?id=8288>) (Salir
(<https://moodle2.usal.es/login/logout.php?sesskey=rvHZ9qrWJ9>))

Óptica Coherente (<https://moodle2.usal.es/course/view.php?id=9014>)



GUIA PARA EL ALUMNO

Descubrimiento

Introducción

En esta práctica vamos a explorar de forma experimental alguna de las propiedades de la formación de imágenes por las lentes. Varias de estas propiedades se refieren a diferentes aspectos que veremos en la teoría a lo largo del curso. Los fenómenos que vais a observar no han sido, por tanto, todavía explicados. Se trata, por tanto, de una práctica pensada para que realicéis observaciones, de las que **tenéis que tomar nota lo más exhaustiva posible**, sin pensar en la explicación que pueda existir sobre la fenomenología. A lo largo del curso, tendréis que identificar vosotros mismos, qué partes de la teoría podrían explicar vuestras observaciones y entregar un informe final en el que figure un resumen de vuestras observaciones y la teoría que las explica.

Material del laboratorio

Dos lentes convergentes de focales 20 cm y una tercera de focal 30 cm. Soportes ajustables para las tres lentes.

Un microscopio simple (para el montaje colimador) y un microscopio con ocular (para observación)

Diafragma (para alinear el láser en el banco óptico)

Polarizador lineal (para reducir la intensidad del haz)

Espejo (para la autocolimación)

Tarjeta perforada y soporte (para alineamiento)

Láminas transparentes

Vidrio translúcido

Rendija vertical variable

Pantalla

Encendedor de gas.

Cuchilla de afeitar.

Lente macro para teléfonos móviles

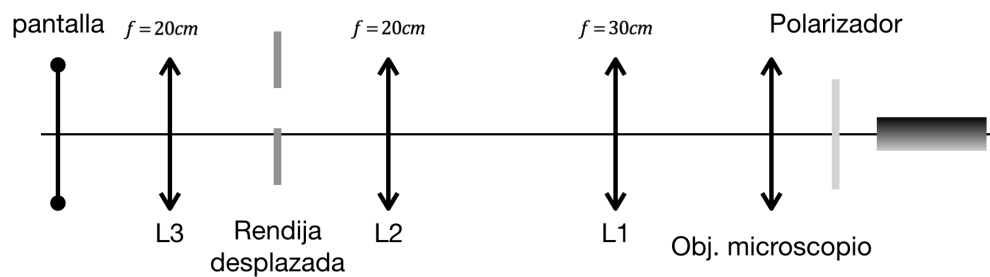
Soporte para teléfonos móviles.

Material que debéis llevar el día de la práctica

Un teléfono móvil con cámara de fotos y **posibilidad de bloquear el enfoque**

Montaje 1: Viñeteado del campo en el plano focal.

Realiza el siguiente montaje en el banco óptico



Para ello:

- 1- Comienza alineando el láser con el banco. Utiliza un diafragma para ello.
- 2- Coloca y alinea las lentes L3, L2, L1 y el objetivo de microscopio (por este orden). Observa que las lentes son plano-convexas, con lo que la orientación es importante. ¿cómo debes colocarlas?
- 3- Realiza un procedimiento de autocolimación para asegurarte que el haz a la salida de L1 está colimado.
- 4- Dispón el sistema de lentes L2 y L3 de manera que sea afocal.
- 5- Sitúa la pantalla de forma se proyecte en ella la imagen de un objeto colocado en el foco objeto de L2.

Una vez realizado el montaje

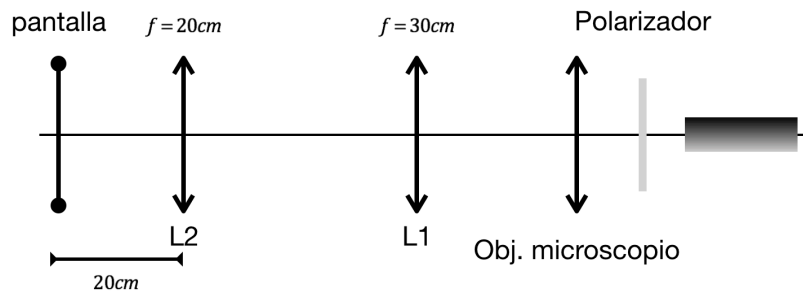
- 1- Coloca la cuchilla de afeitar lo más vertical posible en el soporte pinza. Sitúala en el foco del sistema telescópico y desplázala lateralmente hasta que viñetee la mitad del plano focal, incluyendo el punto focal. **¿qué ves?**
- 2- Coloca la boca del encendedor en el foco objeto de L2. **¿Qué ves?**
- 3- Presiona para que salga el gas.
- 4- Explora lo mismo con otros materiales.

ASPECTOS A EXPLICAR

- **Toma fotos del sistema óptico que has montado y de las figuras que se proyectan en la pantalla.**
- **Realiza un trazado de rayos de todo el sistema, tomando como objeto una fuente puntual en el foco del objetivo del microscopio.**
- **Realiza un trazado de rayos que te permita determinar dónde has colocado la pantalla.**
- Intenta averiguar qué es lo que estás proyectado en la pantalla.

Montaje 2: Formación de imagen por una lente

En el montaje anterior, retira la lente L3. Coloca la pantalla en el foco de L2



1- Observa el patrón de intensidad en la pantalla.

2- Desplaza lateralmente ligeramente el objetivo del microscopio y observa lo que pasa. Realiza un trazado de rayos que te permita explicar las variaciones en la pantalla al desplazar el microscopio. **¿Cual es el efecto del desplazamiento lateral del microscopio sobre el campo a la salida de L2? ¿Existe alguna correlación entre la geometría del campo tras L1 y la imagen en la pantalla?**

3- Devuelve el objetivo del microscopio a su posición original. Coloca ahora un diafragma en algún punto tras la lente L1. **Anota qué ocurre en la imagen de la pantalla si:**

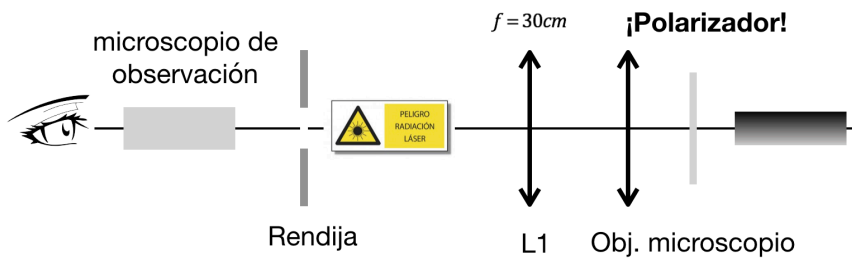
- a) **Abrimos y cerramos el diafragma. Propón una relación entre la imagen que observas y la apertura del diafragma.**
- b) **Desplazamos el diafragma lateralmente**

Si tuvieras que proponer una transformación matemática entre la estructura del campo en el objeto y en la pantalla. ¿Qué propondrías?, ¿por qué?

Montaje 3: Estructura del campo difractado

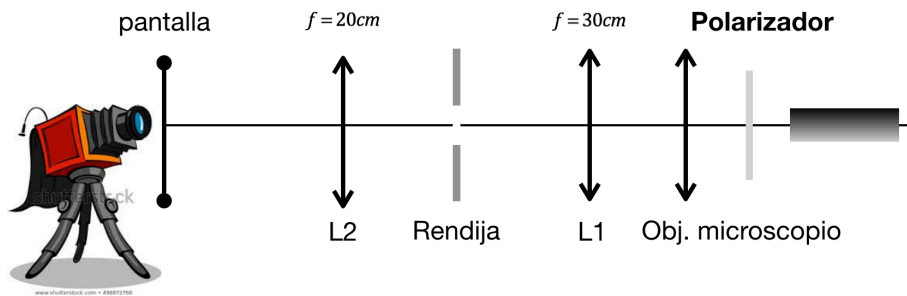
IMPORTANTE: Vas a mirar directamente hacia la fuente láser, por ello es necesario que interpongas un polarizador y que antes de colocar el ojo te asegures que el polarizador esté en extinción COMPLETA. Luego, gradualmente puedes girar el polarizador hasta que veas una intensidad suficiente para observar sin dañar el ojo. NO MIRES AL HAZ DE LUZ A MENOS QUE CUENTES CON LA AUTORIZACIÓN EXPLÍCITA DEL PROFESOR.

Retira la lente L2 del montaje anterior. Coloca la rendija detrás de L1 y apunta a ella con el microscopio de observación.



Registra el cambio en la imagen que observas a través del microscopio, a medida que alejas éste de la rendija. Proyecta la sombra de la rendija sobre una pantalla y aleja la pantalla. **¿Qué diferencia ves entre ambas observaciones? ¿Qué distancia estimas que puede haber entre el foco del microscopio y la rendija? ¿Qué distancia estimas que puede haber entre la pantalla y la rendija? ¿Que anchura típica tiene la rendija?**

Ahora vamos a intentar realizar imágenes del campo a la salida de la rendija. Para ello utilizaremos la cámara de uno de vuestros teléfonos móviles y, de nuevo, la lente L2



1- Ilumina frontalmente la rendija con una luz intensa. ¡Desplaza la pantalla de forma que la imane de la rendija quede bien enfocada.

2- Acopla la lente macro a la cámara de tu teléfono móvil. Enfoca a un objeto haciendo contacto con la corona de la lente y fija el foco del teléfono.

3- Retira la luz frontal y la pantalla y, colocando el teléfono en el soporte, posiciona la corona de la lente en el lugar donde se encontraba la pantalla. Observa la imagen en el teléfono y cambia ligeramente la posición de la rendija hasta que ésta se vea bien enfocada en la pantalla del teléfono.

a) Toma una serie de fotos de la imagen a medida que desplazas ligeramente la rendija sobre el banco óptico y a medida que cambias la anchura de ésta.

b) Observa qué ocurre en la franja central de la imagen.

Instrucciones para la presentación de resultados.

Los resultados deben ser presentados junto con las demás prácticas al final de curso. En particular, en este caso se entregarán como documento PDF, realizado con un procesador de textos. Incluiréis las fotos, esquemas, etc. Cada apartado se corresponderá a un montaje diferente y deberá de constar de los siguientes subapartados:

1- **Montaje:** Descripción del montaje y mención de los métodos utilizados para la colimación y alineamiento.

2- **Observaciones:** Descripción de las observaciones. En concreto, se debe responder al menos a todas las preguntas que se han formulado en este guión de prácticas (resaltadas en rojo) y debe contener fotos o descripciones de todas las observaciones que se ha propuesto en el mismo.

3- **Interpretación física:** Explicación de las observaciones a partir de la fenomenología estudiada durante el curso.

El trabajo no debe exceder las cuatro hojas (ocho páginas).