

V Congrés Internacional  
Docència Universitària i Innovació  
**El canvi en la cultura docent universitària**

V Congreso Internacional  
Docencia Universitaria e Innovación  
**El cambio en la cultura docente universitaria**

V International Congress  
University Teaching and Innovation  
**Change in the university teaching culture**

Lleida, 2 - 3 - 4 / 07 / 2008



<http://cidui.upc.edu>



**CIDUI**Congrés  
Internacional  
Docència  
Universitària i  
Innovació

2008

Lleida

Lleida, 2 - 3 - 4 / 07 / 2008

**V Congreso Internacional  
Docencia Universitaria e Innovación  
El cambio en la cultura docente universitaria**<http://cidui.upc.edu>[Presentación](#) [Conferencias](#) [Talleres](#) [Simposios](#) [Mesa redonda](#) [Comunicaciones](#) [Comités](#) [Buscador de comunicaciones](#)

## Presentación

Las instituciones organizadoras convocamos por quinta vez el Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación (CIDUI), animados por la creciente participación y la buena acogida de las ediciones anteriores y por la riqueza de los intercambios de experiencias de innovación en la docencia universitaria que tuvimos ocasión de hacer durante los años 2000, 2002, 2004 y 2006.

El V CIDUI, bajo el lema general *El cambio en la cultura docente universitaria*, propone tratar, como ámbitos temáticos preferentes, las cuestiones que se indican a continuación. Estos ámbitos constituyen las estructuras de referencia a partir de las cuales se organizan las diferentes actividades del Congreso.

1. Metodologías para el cambio docente en la universidad
2. Uso de plataformas interactivas avanzadas y de materiales digitalizados innovadores en la docencia universitaria
3. Trabajo en equipo de los docentes universitarios. La tutoría
4. Planificación y evaluación de la docencia por competencias en la universidad. El prácticum en las titulaciones

Las comunicaciones relativas a cada ámbito se agrupan en cinco áreas:

- Arte y Humanidades
- Ciencias
- Ciencias de la Salud
- Ciencias Sociales y Jurídicas
- Ingeniería y Arquitectura

### Premio a la mejor Comunicación Póster

El CIDUI, en colaboración con las Agencias de Calidad, premiará los mejores pósters presentados en el Congreso. Como en ediciones anteriores, la valoración se hará teniendo en cuenta criterios de calidad formal y de presentación de contenidos académicos/científicos.

Por votación pública se seleccionarán los cuatro mejores pósters de cada una de las sesiones, siendo un total de 16 los pósters que se exhibirán y certificarán como finalistas. De éstos, el Comité Científico seleccionará los premiados a mejores pósters.

Organiza



V Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación (CIDUI)  
ISBN: 978-84-8458-279-3

## 1. EL MICROSCOPIO: TRANSFORMACIÓN DE UN GUIÓN DE LABORATORIO TRADICIONAL

## 2. THE MICROSCOPE: TRANSFORMING A TRADITIONAL LABORATORY SCRIPT

### 3. AUTORES:

<sup>1</sup>Fernández Varó, Elena: [elena.fernandez@ua.es](mailto:elena.fernandez@ua.es)

<sup>1</sup>García Llopis, Celia: [c.garcia@ua.es](mailto:c.garcia@ua.es)

<sup>1</sup>Fuentes Rosillo, Rosa: [fuentes@ua.es](mailto:fuentes@ua.es)

<sup>1</sup>Pascual Villalobos, Inmaculada: [pascual@ua.es](mailto:pascual@ua.es)

<sup>1</sup>Dep. Óptica, Universidad de Alicante, Ap. Correos 99, E-03080, Alicante (España)

4. **Palabras clave:** Microscopio, Prácticas de Óptica, Transformación de guiones de laboratorio

5. **Resumen de la propuesta:** Los guiones de laboratorio tradicionales explican con detalle todo lo que ha de hacer el alumno para la realización de la práctica, y quitan todo tipo de motivación y de interés al alumno. En este trabajo se propone transformar un guión de laboratorio tradicional (Caamaño, 2002), en uno basado en el método científico, en el que el alumno analice el problema planteado, formule hipótesis sobre la resolución del problema, diseñe el experimento y lo lleve a cabo, analizando al final los resultados obtenidos con los que se encuentran en la teoría. En concreto la práctica que se va a modificar es un guión en el que se estudia el diseño y funcionamiento de un microscopio.

6. **Keywords:** Microscope, Optical practices, Transforming a laboratory script

7. **ABSTRACT:** Traditional laboratory scripts explain in detail everything the student has to make in order to carry out the practice, and remove all kinds of motivation and interest of the student. This paper proposes transforming a traditional laboratory script (Caamaño, 2002), and replace it by one based on the scientific method, in which students analyze the problem, formulate hypotheses, design the experiment and carried it out, analyzing the final results with the theory. The particular practice to be modified is a script about the design and operation of a microscope.

### 8. DESARROLLO:

#### a) Objetivos:

Cuando un científico se plantea la realización de un experimento en el laboratorio, éste ha sido motivado por el intento de resolución de algún tipo de situación problemática.

Una situación problemática se define como una situación para la cual no se tiene a priori la respuesta y, por tanto, el proceso de su resolución es incierto. Es más, no hay ninguna regla que nos asegure que el problema planteado va a tener solución. De cualquier modo, a pesar que no hay ninguna forma eficaz y rápida a seguir para solucionar los problemas planteados, para intentar encontrarle alguna solución al problema, existen metodologías a seguir que pueden ayudar para su resolución, y que todo investigador debería seguir. Esta serie de pasos se enumeran continuación (Caballer, 1999; Gil Pérez, 1996; Reigosa Castro, 2000):

- Ha de buscar un tema, una situación problemática abierta que sea de su interés, evitando un estudio descontextualizado.
- Ha de recopilar información actualizada publicada que existe en esos momentos sobre ese tema buscando en la bibliografía.
- Ha de intentar acotar de algún modo el problema planteado para hacerlo más sencillo, y así poder abordarlo con mayor facilidad y eficacia.
- Ha de plantear una serie de hipótesis sobre los posibles caminos de resolución del problema.
- Ha de diseñar alguna estrategia (o más de una) que permita relacionar lo que ya se sabe sobre el tema con las magnitudes que se buscan para su resolución.
- A continuación ha de idear un diseño experimental el cual le permita llevar a cabo las estrategias planteadas y así poder obtener unas posibles soluciones al problema planteado.
- Teniendo claro la estrategia con la cual encontrar la solución buscada, y la forma con la cual llevarla a cabo (diseño experimental), el investigador ha de ponerse manos a la obra para intentar resolver el problema.
- Una vez que se ha encontrado alguna solución o soluciones, se ha de cuestionar la validez de los resultados que se han obtenido contrastándolos con las hipótesis planteadas, además de comparar las soluciones con los resultados ya existentes en la bibliografía.
- Una vez que se ha comprobado que los resultados son coherentes, finalmente se hacen públicos.

Esos son los pasos que siguen los investigadores para estudiar y aprender sobre un determinado tema. Por tanto, si queremos que nuestros alumnos aprendan cosas sobre un tema determinado les tendremos que plantear que sigan los mismos pasos (González, 1992).

En la actualidad, cuando queremos mostrarles a los alumnos los resultados que se obtienen después de la realización de una experiencia, elaboramos un guión en el cual les decimos cuales son exactamente los pasos que han de seguir para la elaboración del experimento, e incluso, les mostramos a priori cuales son los resultados que deberían obtener (Cortés, 2001).

Los trabajos de laboratorio, conforme están planteados hoy en día, son una simple ilustración o demostración de un principio o ley científica, o simplemente la reproducción simplificada de un experimento conocido (Pozo, 1994). Es común que los alumnos se dediquen a hacer los montajes sin que hayan comprendido previamente qué es lo que se pretende hallar con ese tipo de montaje y en qué se fundamenta.

Estas prácticas de laboratorio aparecen como “recetas” que transmiten una visión errónea de la actividad científica. Actuando de este modo, suprimimos todo tipo de motivación e interés que pueda tener ese experimento para el alumno. Una práctica de laboratorio que pretenda aproximarse a una investigación ha de dejar de ser un trabajo exclusivamente experimental e integrar otros aspectos de la actividad científica, como los anteriormente expuestos (Seré, 2002).

Por tanto, en este trabajo se pretende transformar uno de los guiones de laboratorio tradicionales en el que se explica con detalle a los alumnos lo que han de hacer, por un

guión de laboratorio en el cual se les plantee un problema que han de resolver siguiendo los pasos que propone el método científico (Carrascosa Alís, 1995; Garret, 1990; Gil, 1993; Salinas, 1992; Solaz, 1990).

b) Descripción del trabajo:

Aunque la experimentación puede ser un buen recurso didáctico, obtener simplemente datos empíricos de los experimentos no proporciona ningún tipo de aprendizaje si éstos no son relacionados con la teoría por el propio alumno (Hudson, 1994; Marín Martínez, 1997).

Si se quiere que los alumnos aprendan ciertos aspectos de la materia a través de un experimento, habrá que tener en cuenta algunos puntos a la hora de redactar el guión del experimento. Un buen guión de laboratorio ha de motivar al alumno para que realice el experimento. Si en el guión ya se le dice que es lo que tiene que hacer y cuales van a ser los resultados que va a obtener, el alumno pierde todo tipo de interés por hacer el experimento.

Los científicos que han de resolver verdaderos problemas se comportan como investigadores para resolverlos. Cuando un investigador va a realizar una experiencia en un laboratorio, es porque previamente ha hecho un estudio de un problema que se le ha planteado, ha formulado una serie de hipótesis y ha buscado un camino para la resolución de ese problema. Esa serie de estrategias planteadas es lo que llevan al investigador a hacer las experiencias necesarias en el laboratorio para la resolución del problema. Por tanto, los experimentos que les planteemos a los alumnos han de estar motivados por la resolución, por parte de los alumnos, de un problema del cual el alumno no ha de saber la solución hasta después de meditarlo y plantear el experimento.

Por tanto, a la hora de elaborar un guión de prácticas de laboratorio, los profesores nos hemos de hacer unas preguntas:

- ¿Existe un problema que justifique la realización de la práctica? ¿Se encuentra justificado dentro del tema o de la asignatura?
- En el guión, ¿se le da la oportunidad a los alumnos a que formulen hipótesis?
- ¿Puede el alumno pensar una estrategia para la resolución del problema y así poder diseñar el montaje experimental necesario para resolverlo?
- ¿Los alumnos están lo suficientemente preparados para la interpretación de los resultados obtenidos? ¿Tienen la oportunidad de comparar los resultados con las teorías que se muestran en la bibliografía y analizar las posibles discrepancias?
- ¿Qué orientaciones convendría proporcionar a los alumnos para facilitar el abordaje de situaciones problemáticas? (Gil, 1992).

Una vez que se tienen claras todas estas preguntas, se ha de idear un guión de laboratorio para que las respuestas a las preguntas antes planteadas sean afirmativas.

Los profesores de la asignatura de Óptica Instrumental de la diplomatura de Óptica y Optometría de la Universidad de Alicante nos hemos planteados la modificación de los guiones de laboratorio de la asignatura que impartimos. La motivación de este cambio

ha venido después de que durante algunos años nos hayamos dado cuenta que los alumnos hacen los experimentos de las prácticas, pero que en realidad pocos comprenden el verdadero significado de lo que están haciendo, no saben por qué para obtener los resultados pedidos han de hacer lo que el guión les dice que hagan, pero lo peor de todo es que ni se lo plantean; hacen lo que se les pide sin cuestionarse por qué lo hacen o si habría algún otro método para obtener los mismos resultados.

La práctica de laboratorio que se ha decidido transformar para la presentación de este trabajo se titula “Construcción de un microscopio” (Martínez Corral, 1998). Esta práctica tiene como objetivo el conocer el fundamento del microscopio analizando la variación de su aumento visual en función de la distancia de separación entre las lentes que forman el sistema. Un microscopio está formado por el acoplamiento de dos lentes o sistemas de lentes convergentes separadas una distancia mayor que la suma de sus distancias focales. El aumento visual de un microscopio depende del aumento lateral de la lente que hace de objetivo por el aumento visual de la lente que hace de ocular. Por tanto, el aumento visual del microscopio dependerá tanto de las focales de las lentes que lo forman como de la separación entre ellas (el aumento lateral del objetivo se puede poner en función de la distancia de separación del objetivo con el ocular). Modificando las focales del objetivo y del ocular, o modificando la distancia de separación de objetivo y ocular se pueden obtener aumentos diferentes.

Por tanto, el guión de laboratorio ha de motivar al alumno para que sienta la necesidad de diseñar un microscopio con el cual comprobar como afecta la variación de los diferentes parámetros que influyen en la medida del su aumento visual. Una vez diseñado el microscopio, se les podría pedir que comprobaran que tipo de objetos podrían ser capaces de observar con el microscopio diseñado (dependiendo del aumento y del tamaño del objeto, los alumnos podrán ser capaces de distinguir los detalles del objeto con claridad o no).

### c) Resultados y/o Conclusiones

Antes de entregarles el nuevo guión de prácticas, hay que indicarles a los alumnos la nueva estructura que van a tener las clases de laboratorio ese año. En primer lugar hay que entregarles a los alumnos una serie de pautas que han de seguir cuando se enfrenten al nuevo guión y explicárselas con detalle. Las pautas que tienen que seguir para la realización de cada práctica de laboratorio serían las siguientes (Cabrera, 1998; Carrascosa Alís, 1995; Gil, 1992; Watson, 1994):

- Considerar cual puede ser el interés del problema planteado en el guión.
- Comenzar a estudiar el problema de una manera sencilla, intentando simplificarlo y/o acotándolo. Si fuera necesario, buscar información en la bibliografía sobre el tema.
- Emitir hipótesis fundadas sobre los factores de los que puede depender la magnitud buscada, buscar casos límite, etc. Los enunciados sin datos obligan a los alumnos a hipotetizar, imaginar que parámetros intervienen y relacionarlos con la magnitud o magnitudes buscadas en el problema.
- Cuando ya se tiene claro cual es el problema, el siguiente paso es buscar estrategias para resolverlo. Y cuando se tengan las posibles estrategias, diseñar un montaje experimental para llevarlas a cabo.

- A la hora de realizar la práctica, se han de comentar todos los pasos que se vayan siguiendo para su resolución. De esta manera nos aseguramos que los alumnos no hacen las cosas sin saber por qué las hacen.
- Y por último, han de analizar los resultados obtenidos comparándolos con las hipótesis planteadas y con los casos límite para ver si éstos son coherentes.

Todas las pautas expuestas han de encontrarse comentadas paso a paso en una memoria que los alumnos tendrían que elaborar.

Y sin más dilación, se va a proceder a detallar como sería el nuevo guión de prácticas. El antiguo guión comenzaba con el objetivo de la práctica, el material utilizado y una introducción teórica. Es decir, que ya se le explicaba al alumno todo lo que tenía que hacer, sin que tuviera que pensar demasiado. El nuevo guión debe motivarles y guiarles para que por sí mismos lleguen a obtener la misma información pero sin que se le tenga que dar. Por tanto, una posible primera actividad podría ser la siguiente:

1. Se desea medir el radio de curvatura de la córnea de un ojo humano. ¿Cómo lo haríais?

Hay que indicar que la asignatura se encuentra en el plan de estudios de la carrera de Óptico Optometrista y que la mayoría de los alumnos que eligen esta carrera es por la Optometría y no por la Óptica. Muchos desearían que se explicaran pocas cosas sobre Física y Óptica y que se les enseñara más sobre el estado refractivo de un ojo o cómo montar la lente adecuada para la corrección de cada ametropía. Por tanto, si se comienza la práctica con una pregunta que les despierte un interés inmediato como la efectuada en el la pregunta 1 seguro que se pondrán manos a la obra para buscar información rápidamente.

Uno de los instrumentos optométricos que se utilizan para medir el radio de curvatura de un ojo es el queratómetro. Existen diferentes tipos o diseños de queratómetro, pero en todos ellos se utiliza un microscopio. ¿Por qué? El queratómetro se basa en considerar la córnea como un espejo convexo y medir el tamaño de la imagen reflejada en ella a partir de un objeto de tamaño conocido ( $y_M$ ). Como en el espejo convexo, la imagen ( $y_C$ ) que ofrece la cornea es derecha, más pequeña que el objeto y está situada entre el espejo y su centro de curvatura, próximo a su foco. Sin embargo, el problema fundamental consiste en determinar su tamaño, pues es fácil conseguir que los otros datos sean fijos o conocidos. Como la imagen dada por la córnea es muy pequeña, se necesita algún instrumento que sirva para medir objetos pequeños y próximos, es decir, un microscopio.

Por tanto, para poder responder a la pregunta 1, una de las posibles respuestas de los alumnos sería la utilización de un queratómetro para la medición del tamaño de la imagen reflejada por el espejo – córnea del ojo. Y para construir un queratómetro, los alumnos deberían saber que esta formado por un microscopio para medir el tamaño de imagen que es muy pequeña.

En realidad, los alumnos bien orientados son muy listos, y seguro que por sí solos podrían llegar a la conclusión de que uno de los instrumentos para medir el radio de

curvatura del ojo es el queratómetro, pero para orientarles en el camino que han de seguir, la segunda pregunta que se les podría plantear es la siguiente:

2. Uno de los posibles instrumentos optométricos para medir el radio de curvatura de un ojo es el queratómetro. ¿Cómo funciona?

De esta manera, en la primera pregunta indagan un poco, buscan información sobre el objetivo primordial de la práctica, y con esta segunda pregunta ya se centra un poco más el tema indicándoles que lo que van a tener que diseñar y construir va a ser un queratómetro. Al buscar la información sobre éste, ya averiguarán que para montar un queratómetro han de montar un microscopio. Y así se pasa a uno de los objetivos secundarios implícitos que tiene esta práctica, que es conocer el fundamento de un microscopio.

En la siguiente pregunta se les debe de orientar un poco hacia la construcción del microscopio. Pero ahora no se les debería indicar que lo que tienen que montar es el microscopio, como se hizo en la pregunta dos. Sin embargo, como lo que se quiere es que lo construyan, la tercera pregunta podría ser.

3. Como se habrá averiguado al investigar un poco sobre el queratómetro, se basa en considerar la córnea del ojo como un espejo y medir el tamaño de la imagen reflejada en ella a partir de un objeto conocido. ¿Cómo medirías el tamaño de esa imagen? Razona la respuesta.

Bueno, de aquí pueden aparecer muy diversas respuestas. Por ejemplo, pueden decir que se puede medir el tamaño de la imagen con una lupa o con un ocular, ya que en el primer cuatrimestre (esta práctica se realiza en el segundo) se les hizo medir el tamaño de la imagen de un objeto para saber cual era el aumento que proporcionaban estos instrumentos en función de donde colocara el objeto a observar. Sin embargo, no es posible medirla de esta manera. La imagen que proporciona una lupa o un ocular es virtual y no se puede colocar un retículo para poder medir el tamaño de la imagen. Para poder medir la imagen, ésta ha de ser real para poder colocar un retículo donde se encuentre. Por tanto, esas respuestas no serían válidas. La respuesta válida sería la construcción de un microscopio, que es uno de los instrumentos que se utilizan para medir objetos pequeños y próximos, y cuya imagen además es real, por lo que sí se podría medir con un retículo. Y esto los alumnos tienen que saberlo, ya que justo por las fechas en las que se realizaría esta práctica, en las clases de teoría de esta asignatura (esta asignatura está formada por 4.5 créditos de teoría, 3 créditos de problemas y 3 créditos de laboratorio) se habrá acabado de explicar el microscopio, así que se esperaría que entre otras opciones, el microscopio sea una de las respuestas elegidas.

Para que al final los alumnos acaben eligiendo montar el microscopio de entre todas las respuestas encontradas en la anterior pregunta, la siguiente podría ser:

4. La imagen proporcionada por la córnea suele ser muy pequeña, de entre todos los instrumentos encontrados para responder a la pregunta 3, ¿cuál de ellos se utiliza para medir imágenes muy pequeñas y próximas? ¿Por qué?

Ahora la respuesta ya debe ser única, se debe utilizar un microscopio porque con él se pueden obtener aumentos muy superiores que con el resto de instrumentos. Pero

además, otro hecho importante es que en un microscopio se sabe perfectamente donde se encuentra la imagen intermedia que proporciona el objeto al observarse a través del ocular y, por tanto, será mucho más fácil medirla. El objetivo, que es la lente del microscopio que se coloca más cerca del objeto, forma una imagen intermedia que, en cuanto los alumnos investiguen un poco el diseño de un microscopio, verán que se forma en el plano focal objeto del ocular. Y que esta imagen puede ser vista por el observador en su punto remoto, primordial para una buena medición del tamaño de esta imagen.

En la Fig. 1 se muestra cual sería el esquema de un microscopio, imagen que no se les daría a los alumnos ya que deberían ser ellos los que encontrarán en la bibliografía un esquema parecido a éste.

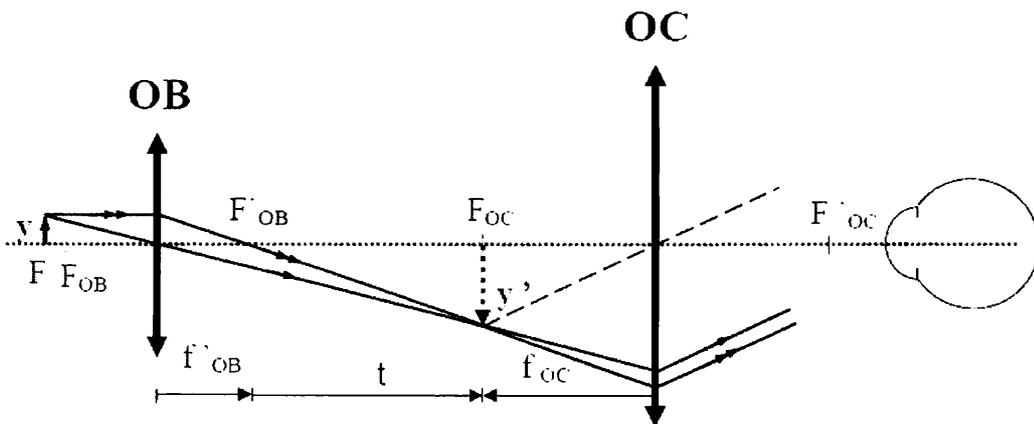


Figura 1: Esquema de un microscopio.

Así que para que obtengan esta figura y la dibujen en su memoria de prácticas, la siguiente pregunta sería:

- Haz un resumen de la estrategia a seguir para la realización de la práctica y dibuja un esquema del montaje que se debería montar para su realización indicando que elementos ópticos (lentes, espejos, ...) utilizarías para el diseño de la práctica.

Este es el punto donde empiezan a concretar que elementos van a poner en el diseño de la práctica, si ponen lentes, que focales van a tener estas lentes, qué distancia van a separar las lentes. En principio, la separación de las lentes influye en el aumento del microscopio, por tanto, deberían averiguar que orden de magnitud les va a salir cuando midan el tamaño de la imagen, y montar un microscopio que proporcione un aumento acorde para poder observar bien esta imagen. Además, se les dirá a los alumnos que para una mayor facilidad de realización de la práctica se utilizará un espejo con un radio de curvatura determinado que simulará el ojo. Y que se escoge un espejo porque proporciona el mismo tipo de imagen que proporcionaría un ojo.

Se supone que si se ha ido guiando bien al alumno entre las preguntas realizadas y el apoyo del profesor, llegados a este punto el alumno tendría que tener dibujado en su cuaderno un microscopio con el cual observar un ojo y con el que se medirá la imagen que proporciona el ojo de un objeto que se le hará observar.

De todas maneras, el uso de un microscopio no es suficiente para medir el tamaño de la imagen que proporciona un ojo. Se puede medir la imagen que proporciona un espejo colocando un retículo en la posición donde se encuentra la imagen intermedia, es decir, colocando el retículo en el plano focal objeto del ocular. Sin embargo, para medir esta imagen intermedia en un ojo no es tan sencillo. Una complicación adicional se presenta en la práctica debido a los movimientos del ojo del sujeto. Estos movimientos involuntarios hacen que la imagen de las miras sobre el plano del retículo se mueva constantemente, dificultando la medida con un retículo que permanece fijo. Para evitar este inconveniente se utiliza un sistema de doblaje. Uno de los sistemas de doblaje más utilizado es el constituido por un biprisma que produce dos imágenes virtuales de  $y'$ . La separación transversal relativa entre las dos imágenes virtuales depende de la distancia  $L$  entre la imagen intermedia y el biprisma. Si  $y'$  permanece constante en tamaño, para un radio de curvatura dado habrá una posición del biprisma tal que la separación de las imágenes sea exactamente igual al tamaño del objeto y lo que es más importante, dicha separación será independiente de los movimientos del ojo. Esta característica es la que se usa ventajosamente en los queratómetros para realizar una medida indirecta de  $y'$  a través de la medida de  $L$ . Existen también otro tipo de sistemas des-dobladores como puede ser la utilización de láminas plano-paralelas. Sería interesante que el alumno comentara alguno de estos sistemas e incluso llegar a montarlo para poder ver como funcionan.

El siguiente paso es ver donde hay que colocar el objeto y el ojo para poder medir la imagen que proporcionan. Así que simplemente se les preguntará a los alumnos:

6.¿ Dónde colocarías el objeto y el espejo para poder observar la imagen que proporciona el espejo? Una vez que esté el montaje diseñado para poder observar la imagen, ¿con qué medirás esa imagen y dónde lo colocarás?

No se sabe a priori donde hay que colocar el objeto y el espejo, pero sí se sabe donde se quiere que aparezca su imagen para poder medirla, en el plano focal objeto del ocular. Por tanto, habrá que colocar espejo y objeto de tal manera que la imagen que proporcionen se encuentre en ese punto. Primero habrá que colocar el objeto en alguna posición cerca del objetivo, por ejemplo, pegado al objetivo, y después ir desplazando el espejo para que la imagen caiga en el plano focal objeto del ocular. Para hacer esto, simplemente hay que desplazar el objeto hasta que la imagen que se observe por el ocular esté nítida.

La siguiente pregunta de con qué observarás la imagen, la respuesta sería con una regla, pero con una regla que tuviera las divisiones lo suficientemente pequeñas para poder medir con mayor precisión esa imagen. La regla que se utilizará será un retículo milimetrado cuya división más pequeña es medio milímetro. Y dado que la imagen intermedia se encuentra en el plano focal del ocular, el retículo habrá que colocarlo en ese plano.

Con el montaje listo y a punto, el siguiente paso es ponerse a medir. Como en toda medida experimental, el resultado puede tener un cierto error, por lo que para reducir el error que se pueda cometer en las medidas, todo científico suele medir tres o más veces aquello que se desea medir y a partir de las medias obtenidas calcular el error de dispersión. También se mirará cuál es el error del aparato de medida (que en este caso es el retículo milimetrado) y se escogerá el mayor de los dos. Por tanto, los alumnos

medirán el tamaño de la imagen con el retículo tres veces y calcularán el error de esa imagen.

Una vez que se tiene medido el tamaño de la imagen, se puede deducir que la ecuación que relaciona el radio de curvatura del espejo con el tamaño de la imagen intermedia es la siguiente:

$$r = \frac{2f_{ob}^2 (t + f_{ob})}{t^2 y_M} \cdot y' \quad (1)$$

Para que los alumnos puedan calcular el radio de curvatura, necesitarán esta expresión, por tanto, la siguiente pregunta que se mostraría en el guión de laboratorio sería:

7.¿ Cuál es la relación que existe entre el radio de curvatura del espejo y el tamaño de la imagen intermedia?

En ese momento los alumnos pueden tomar dos caminos igualmente válidos. El primero es que intentaran deducir cuál sería la relación entre el radio del espejo y la imagen proporcionada por el objetivo. Esto lo podrían hacer aplicando las leyes de la óptica geométrica. Pero otra opción sería buscar esta relación en la bibliografía, si es que no la habían encontrado ya. En esta opción los alumnos no se esforzarían demasiado, pero para el nivel que se les exige sería suficiente. Y lo bueno que tiene este nuevo guión de prácticas es que aquellos alumnos que se vieran capaces de deducir la expresión podrían tener la oportunidad de hacerlo.

Con esta práctica que se les a dado a los alumnos, por sí solos ya han aprendido que para medir radios de curvatura de los ojos se utiliza el queratómetro, el cual está formado por un microscopio al que se le ha incorporado un objeto de mira.

Al ver que el queratómetro está formado por el microscopio, se les ha pedido que estudien también el microscopio, es decir, que también han aprendido como se monta un microscopio, ver que lentes se han de utilizar para montarlo, cual ha de ser la separación de éstas, ver como varía el aumento del microscopio en función de las focales de las lentes que se utilicen para montarlo y de la distancia a la que se separan,... También han aprendido donde se encuentra la imagen intermedia que proporciona el objetivo del microscopio. Y, mediante un retículo milimetrado han aprendido a medir el tamaño de la imagen intermedia.

Pues llegados a este punto, el siguiente paso podría ser perfectamente profundizar más en el funcionamiento de un microscopio y pedirles que midieran experimentalmente su aumento visual y compararlo con el teórico. Por lo tanto, la siguiente pregunta del guión podría ser:

8.E l microscopio que habéis montado para la medida del radio de curvatura del ojo, ¿qué aumento visual tiene? ¿Qué relación existe entre el aumento visual del microscopio y la distancia de separación de las lentes que lo forman?

La primera pregunta que se les ha hecho ha sido para que aprendieran a medir el aumento del microscopio y para que lo compararan con el teórico. Midiendo el tamaño de la imagen intermedia se puede medir el aumento lateral del objetivo, y calculando el aumento visual del ocular sabiendo su focal, pues se podría calcular el aumento visual total del microscopio.

Y además, la segunda pregunta se les ha hecho para que puedan ver cual es la relación existente entre el aumento visual y la separación de objetivo y ocular. Se les podría pedir a los alumnos que para diferentes distancias de separación calcularan el aumento visual y así ver la relación existente entre ambas magnitudes. Así podrían ver que conforme se aumenta la distancia de separación de las lentes objetivo y ocular, se incrementa también el aumento visual.

Además, comprobarían que el aumento del microscopio depende de las focales de las lentes que lo forman y de la distancia de separación de estas lentes. Si las lentes no se cambian (se mantienen fijas las focales), el aumento del ocular no cambia, es fijo, sólo depende de su focal. Sin embargo, el aumento lateral del objetivo sí que depende, además de la focal de la lente, de la distancia de separación. Así, conforme se va incrementando la distancia de separación de las lentes, se podrían observar objetos más pequeños con una relación  $y = y'/\beta'$ .

Por último en esta práctica, sería interesante que los alumnos aprendieran el funcionamiento de otro instrumento óptico el cual también incorpora un microscopio entre los elementos que lo forman, el biomicroscopio.

La biomicroscopía ocular es una técnica de observación basada en la iluminación oblicua y en la reflexión y difusión luminosa sobre las estructuras oculares. Se realiza con un biomicroscopio ocular y es utilizada para la observación del segmento anterior y posterior del ojo, así como para la adaptación y control de lentes de contacto.

El biomicroscopio está formado por un sistema de iluminación y un sistema de observación (el microscopio). Estos dos sistemas no tienen ejes ópticos comunes, sino que forman entre sí un cierto ángulo variable a elección del observador. Giran alrededor de un eje común que coincide con sus planos focales, es decir, el punto de enfoque del sistema de iluminación coincide con el punto al que está enfocado el microscopio de observación.

El sistema de iluminación está formado por una fuente de iluminación, una lente condensadora, una hendidura (diafragma alargado) y una lente de proyección. Todos los elementos del sistema de iluminación se disponen atendiendo al sistema de iluminación de Köhler para conseguir una iluminación uniforme de la rendija o hendidura. El sistema de observación es un microscopio enfocado al mismo punto donde se forma la imagen de la hendidura y suele estar constituido por un sistema de objetivos, un sistema telescópico, prismas inversores y oculares.

Se les podría pedir a los alumnos que buscaran toda la información que pudieran en la bibliografía sobre los biomicroscopios. Que buscaran información sobre su utilización, diferentes tipos de biomicroscopios, que explicaran los diferentes elementos que lo forman, que hicieran diferentes diseños de montaje y que dieran una justificación de por qué se utilizan esos diseños y no otros, etc.

Y una vez que ya tuvieran claro el diseño experimental del biomicroscopio, pedirles que montaran uno para la observación de un ojo teórico.

En la Fig. 2 se muestra un posible diseño de biomicroscopio.

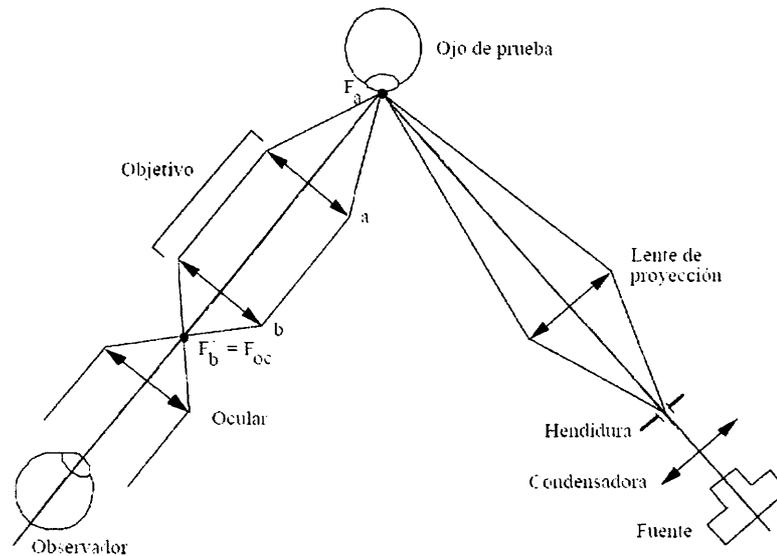


Fig. 2: Diseño de un biomicroscopio.

Así, las últimas preguntas del guión de esta práctica podrían ser:

9. Busca toda la información posible sobre un biomicroscopio. El biomicroscopio está formado por un sistema de observación y un sistema de iluminación. Explica con todo detalle en que consiste cada uno de estos dos elementos.
10. Una vez que ya se sabe como funciona el biomicroscopio y los elementos que lo forman, diseña un esquema de algún tipo de biomicroscopio y móntalo para la observación de un ojo teórico.

En la pregunta 9, el sistema de observación ya lo tienen bien estudiado, es un microscopio, pero el sistema de iluminación no. Por tanto, los alumnos deberían hacer más hincapié en este elemento del biomicroscopio, explicar, por ejemplo los diferentes tipos de sistemas de iluminación, y de entre los que existen, explicar por qué un biomicroscopio utiliza un sistema de iluminación de Köhler.

En este trabajo se ha querido mostrar como los guiones de laboratorio tradicionales no son capaces de motivar, de despertar el interés de los alumnos para la realización y comprensión de la experiencia propuesta. Por este motivo se ha decidido modificar uno de los guiones de prácticas titulado "Construcción de un microscopio" para que los alumnos lleguen a comprender mejor el funcionamiento de un microscopio y que así les ayude también en la comprensión de la materia de la asignatura relacionada con este tema.

Pero en la elaboración de este nuevo guión de prácticas nos hemos encontrado que, no sólo se ha modificado una práctica, sino varias prácticas de las que en estos momentos se encuentran los alumnos realizando en el laboratorio como son

“Construcción de un Microscopio”, “Construcción de un Queratómetro”, “Construcción de un Biomicroscopio” y “Sistemas de Proyección e Iluminación”. En el diseño de un nuevo guión de laboratorio, simplemente intentando buscar alguna estrategia para que los alumnos aprendieran más y mejor, para intentar motivarles a la hora de la realización de las prácticas, intentando buscarles interés a las prácticas para que las hagan con más entusiasmo, nos hemos encontrado que con la intención inicial de modificar un solo guión de prácticas, se han acabado modificando e incluyendo en una sola cuatro prácticas.

Uno de los posibles argumentos en contra que podrían tener este tipo de guiones de laboratorio es que no hay tiempo material para su realización en horas de clase. Pero como se puede observar, para la realización de la práctica propuesta no tendrían el tiempo para la realización de una sola práctica, sino el tiempo para la realización de cuatro prácticas. Y en cuatro sesiones tienen tiempo más que suficiente para la realización de la práctica entera. Además, es posible que a la hora de buscar información sobre cada uno de los instrumentos analizados en la práctica, haya alumnos que se pongan a buscar información en su propia casa, y prefieran dedicar el tiempo de las sesiones de laboratorio en hacer los diseños experimentales, montar los instrumentos ópticos y realizar las medidas oportunas que se les pida.

Un hecho muy importante es que con este tipo de guión de laboratorio son los alumnos los que al final deciden cuales son los conceptos en los que quieren profundizar. Los profesores les han de pedir que investiguen y estudien unos determinados objetivos, unos determinados casos, pero los alumnos tienen la oportunidad de investigar más afondo cada una de las actividades propuestas.

#### d) Referencias Bibliográficas

CAAMAÑO, A. (2002): "¿Cómo transformar los trabajos prácticos tradicionales en trabajos prácticos investigativos?," en Revista Aula de Innovación Educativa nº 113, pp. 21-26.

CABALLER, M. J.; OÑORBE, A. (1999): "Resolución de problemas y actividades de laboratorio," en L. del Carmen (coordinador): La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la Educación Secundaria pp. 107-131, Barcelona, ICE Universidad de Barcelona / Horsori .

CABRERA, G.; ELÓRTEGUI, N. (1998): "La incorporación de los trabajos prácticos a la resolución de problemas," en Actas del II Simposion sobre la Docencia de las Ciencias Experimentales en la Enseñanza Secundaria , pp. 234-238.

CARRASCOSA ALÍS, J. (1995): "Trabajos prácticos de Física y Química como problemas," en Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales nº 5, pp. 67-76.

CORTÉS, A. L., DE LA GÁNDARA, M. (2001): ""Del todo vale" a la "enseñanza por indagación". Un intento de "hacer ciencia" en la formación del profesorado de Educación Primaria," en *Retos de la enseñanza de las Ciencias en el siglo XXI*, pp. 457-458.

GARRET, R. M.; SATTERLY, D.; GIL, D.; MARTÍNEZ TORREGROSA, J. (1990): "Turning exercises into problems. An experimental study with teachers in training," en *International Journal of Science Education* nº 12 (1), pp. 1-12.

GIL PÉREZ, D.; VALDÉS CASTRO, P. (1996): "La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo," en *Enseñanza de las Ciencias* nº 14 (2), pp. 155-163.

GIL, D.; MARTÍNEZ TORREGROSA, J.; RAMÍREZ, L.; DUMAS-CARRÉ, A.; GOFARD, M.; PESSOA DE CARVALHO, A. M. (1992): "La didáctica de la resolución de problemas en cuestión: elaboración de un modelo alternativo," en *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales* nº 6, pp. 73-85.

GIL, D.; NAVARRO, J.; GONZÁLEZ, E. (1993): "Las prácticas de laboratorio en la formación del profesorado (II). Una experiencia de transformación de las prácticas del ciclo básico universitario.," en *Revista de Enseñanza de la Física* nº 7 (1), pp. 33-47.

GONZÁLEZ, E. (1992): "¿Hay que renovar en los trabajos prácticos?," en *Enseñanza de las Ciencias* nº 10 (2), pp. 206-211.

HUDSON (1994): "Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio," en *Enseñanza de las Ciencias* nº 12 (3), pp. 299-313.

MARÍN MARTÍNEZ, N. (1997): "Fundamentos de didáctica de las ciencias experimentales," Universidad de Almería, Servicio de Publicaciones.

MARTÍNEZ CORRAL, M. (1998): "Instrumentos ópticos y optométricos: teoría y prácticas." Universidad de Valencia.

POZO, J. I.; GÓMEZ CRESPO, M. A. (1994): "La solución de problemas en Ciencias de la Naturaleza," en J. I. Pozo (Coordinador): *La solución de problemas*, pp. 85 - 131. Madrid, Aula XXI / Santillana .

REIGOSA CASTRO, C. E.; JIMÉMEZ ALEIXANDRE, M. P. (2000): "La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio," en *Enseñanza de las Ciencias* nº 18 (2), pp. 275-284.

SALINAS, J.; COLOMBO DE CUDMANI, L. (1992): "Los laboratorios de Física de los ciclos básicos universitarios instrumentados como procesos colectivos de investigación dirigida," en *Revista de Enseñanza de la Física* nº 5 (2), pp. 10-17.

SERÉ, M. G. (2002): "La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y actitudes hacia la ciencia?," en *Enseñanza de las Ciencias* nº 20 (3), pp. 357-368.

SOLAZ, J. J. (1990): "Una práctica con el péndulo transformada en investigación," en *Revista Española de Física* nº 4 (3), pp. 87-94.

WATSON, J. (1994): "Diseño y realización de investigaciones en las clases de Ciencias," en *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales* nº 2, pp. 57-65.