

Desarrollo y ejecución de experimentos en el aula para las asignaturas relacionadas con la Óptica (Óptica I, Óptica II, Óptica Coherente, Laboratorio de Óptica y Fotónica)

CONVOCATORIA	2014/2015
TÍTULO	Desarrollo y ejecución de experimentos en el aula para las asignaturas relacionadas con la Óptica (Óptica I, Óptica II, Óptica Coherente, Laboratorio de Óptica y Fotónica)
REFERENCIA	ID2014/0308
COORDINADOR	Íñigo J. Sola Larrañaga
PROFESORES COLABORADORES	Isabel Arias Tobalina Ana García González Julio San Román Álvarez de Lara Enrique Conejero Jarque
ASIGNATURAS IMPLICADAS	Óptica I Óptica II Óptica Coherente Fotónica Laboratorio de Óptica

1. Introducción

El presente documento muestra el proceso de puesta en marcha y ejecución del proyecto de innovación docente titulado “Desarrollo y ejecución de experimentos en el aula para las asignaturas relacionadas con la Óptica (Óptica I, Óptica II, Óptica Coherente, Laboratorio de Óptica y Fotónica)”

En el apartado 2 se presentan los objetivos originales del proyecto, para comentar en la sección 3 el desarrollo del proyecto y los resultados. Finalmente, en el punto 4 se muestran las conclusiones del trabajo, incidencias y mejoras a realizar en el futuro.

2. Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es desarrollar y ejecutar una serie de experiencias de aula. Dichas experiencias estarían diseñadas para ser realizadas durante los seminarios de las asignaturas o como práctica de aula, lo que permite la participación e interacción de los alumnos.

El precedente de este proyecto de innovación docente se encuentra en el realizado durante el curso 2012/2013 “Implementación de actividades experimentales interactivas complementarias a problemas en los seminarios de Óptica I y Óptica II”. En aquel proyecto se probó el concepto de incorporar prácticas sencillas en los seminarios de Óptica I y II. Dado el éxito y la buena acogida por parte de los alumnos, se persiguen en el presente proyecto objetivos similares, pero aumentados: por un lado, incrementar el número de prácticas de seminario, y por el otro involucrar a las otras dos asignaturas relacionadas, Óptica Coherente, Laboratorio de Óptica y Fotónica, de forma que el alumno vea la interrelación entre ellas.

Los objetivos particulares son:

- *Implementación de módulos experimentales para mostrar en los seminarios.*

- *Ejecutarlos como complementos de problemas vistos en las clases de problemas, o desarrollados simultáneamente, con objeto de reforzar conceptos.*
- *Incentivar la participación de los alumnos: interacción con los montajes, establecer discusiones y debate de ideas sobre los procesos físicos involucrados. Con ello se pretende potenciar su sentido crítico, capacidad de interpretación de observaciones experimentales, elaboración de explicaciones plausibles y defensa de las mismas frente al resto de la clase, dando argumentos o refutaciones.*
- *Potenciar la transversalidad de las cinco asignaturas relacionadas con la Óptica, para que el alumno las perciba como algo interconectado, no aislado.*

3. Desarrollo

En la propuesta del Proyecto de Innovación Docente se comentó el procedimiento y metodología a seguir. Primeramente se buscaron posibles experiencias de interés, con implicación en todas las asignaturas relacionadas con la Óptica. Se quería disponer de experimentos simples y visuales que remarquen la importancia de los conceptos que se están trabajando, a la vez que se fomenta el debate entre los alumnos, para que traten de interpretar el fenómeno y sus implicaciones. También se pretende relacionar con otras asignaturas para evitar que el alumno las vea como disciplinas cerradas y aisladas y, en cambio, se dé cuenta de las implicaciones de los temas explicados en otros ámbitos. Asimismo se pretende fomentar la curiosidad e intuición del alumnado.

Recordando de la propuesta:

METODOLOGÍA DE TRABAJO

1. *Identificación de las prácticas más adecuadas a los propósitos didácticos de las asignaturas. Coordinación de las diversas asignaturas.*

Se seleccionaron tres demostraciones relacionadas con las asignaturas de interés.

2. *Montaje experimental. Empleando material de docencia se efectuarían los montajes, primero en el laboratorio, para controlar que se obtengan los resultados deseados. Una vez cubierto este punto, se trabajará en hacer el montaje portátil y sencillo, a fin de poder moverlo sin problemas a las aulas de seminarios.*

Se desarrollaron los montajes experimentales en los laboratorios de docencia de Óptica, la mayor parte con material ya existente o aportado por los profesores, a añadir a unas lentes compradas con la financiación del Proyecto.

3. *Ejecución de los experimentos:*

a. *Preparación del contexto del experimento en clases previas de teoría y/o problemas*

b. *Preparación de la sesión, objetivos particulares perseguidos, puntos en los que incentivar el debate, etc.*

c. *Preparación de transparencias, simulaciones, videos, etc. complementarios.*

En las tres demostraciones se han preparado los tres puntos anteriores. Por motivos de calendario y coordinación con las asignaturas, dos de las demostraciones no ha podido presentarse en los seminarios de este curso, aunque están preparadas para el curso que viene. En una de esas dos demostraciones se implicó un estudiante de la asignatura de Fotónica. La tercera demostración ha sido discutida, comentada y presentada junto a problemas relacionados y simulaciones auxiliares en la asignatura de Óptica II.

A continuación se describen las actividades realizadas, junto con sus resultados.

Experimento 1: Óptica de Schlieren

Motivación:

- Presentar cómo perturbaciones en el medio de transmisión de la luz afectan a la misma
- Mostrar al alumno rudimentos de procesamiento de imagen
- Enseñar un ejemplo del papel de la Óptica en el estudio de otros fenómenos físicos y procesos de la Naturaleza

Material:

- Espejo de 6 pulgadas de diámetro, 1.5 m de longitud focal
- Fuente de luz puntual (LED blanco, linterna de móvil, etc.)
- Cuchilla
- Cámara de fotos/vídeo. En nuestro caso se empleó una cámara Canon EOS 600D particular con teleobjetivo de 200 mm.
- Sistema en estudio que produzca altos gradientes térmicos. En nuestro caso se usó un flexo con una lámpara halógena.

Montaje base:

Se dispuso la fuente de luz blanca orientada hacia el espejo, que se encontraba a una distancia de unos 3 m. La luz es focalizada por este elemento óptico. En dicho foco se dispuso la cuchilla, bloqueando el punto focal pero muy cerca del borde de la lámina. De esta forma, toda la luz es bloqueada. Sin embargo, si se dispone de un sistema que perturbe la trayectoria de la luz, la posición de dicho foco puede variar ligeramente debido a dichas perturbaciones y podría pasar justo por el borde de la lámina. Dicho de otra forma, tras la cuchilla, si se pone una cámara enfocada en el objeto (flexo) se verán sólo las perturbaciones, lo que pone de manifiesto el proceso que las produce. En nuestro caso sirvió para este propósito un flexo encendido, calentando el aire circundante (ver Figura 1). Otros ejemplos que podrían ser usados, aunque no se trabajaron en el presente proyecto, son velas (con las consiguientes precauciones al emplear fuego, por supuesto), secadores de pelo, hielo, etc. Se adjunta al presente informe un video con la dinámica observada (“Video1”).

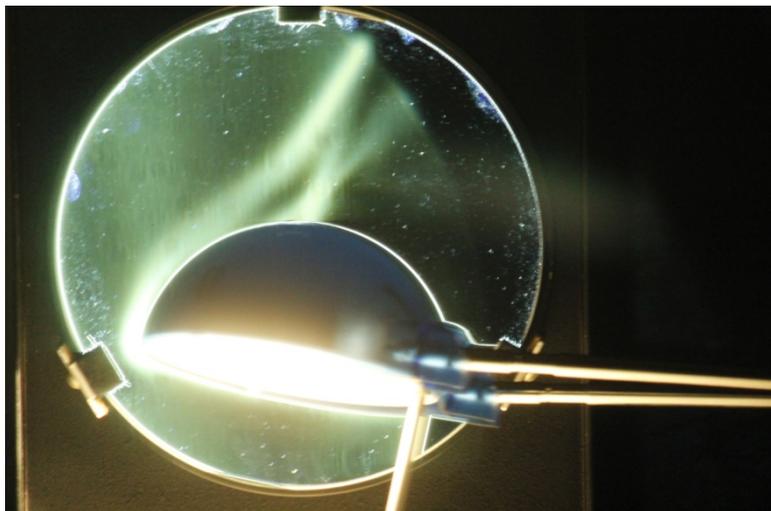
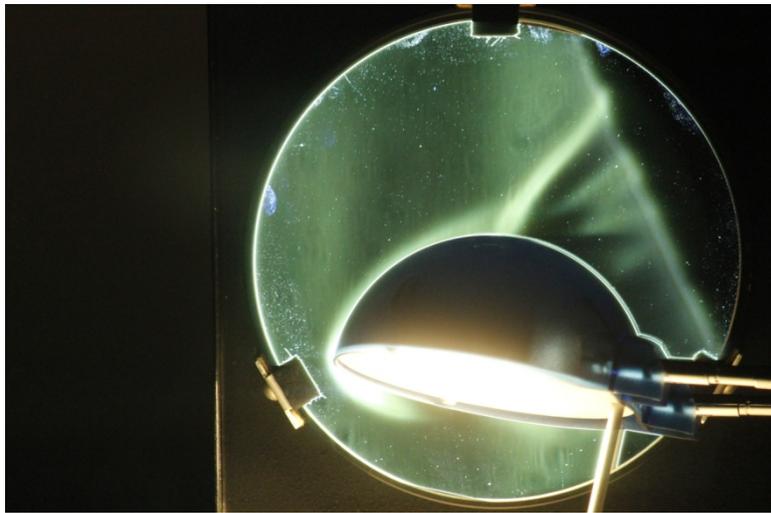
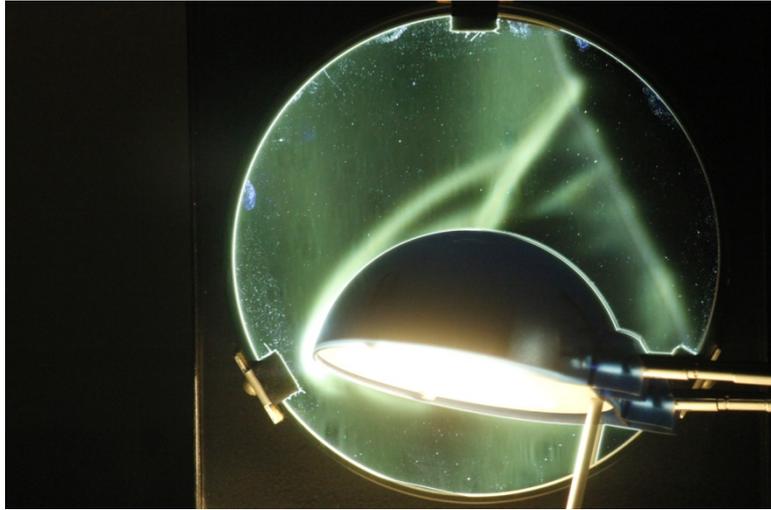


Figura 1. Diferentes imágenes de la dinámica del aire calentado por un flexo

Relación con problemas y las asignaturas:

Esta práctica fue montada y desarrollada, si bien por motivos de calendario no hubo posibilidad de presentarla en clase. No obstante está identificadas las asignaturas en las que puede ser integradas y en los temas. En particular, la asignatura más clara en la que ser presentada es Óptica Coherente, dado que presenta una relación clara con procesado de imagen. Así mismo, el resto de asignaturas están muy relacionadas, en especial: Laboratorio de Óptica y Óptica II (la parte de Óptica Geométrica).

Experimento 2: Ocultamiento (“Cloaking”)

Motivación:

- Presentar técnicas de “ocultamiento” (“cloaking”) mediante sistemas ópticos.
- Que el alumno sea vea, con un montaje muy sencillo, los principios de dichas técnicas, que en la actualidad son estudiadas a un nivel mucho más sofisticado.

Material:

- Tres lentes
- Pies y soportes de ópticas.
- Cuadrícula
- Vástago
- Banco óptico

Montaje base:

El montaje se basa en un sistema óptico que hace que los rayos formadores de imagen del fondo pasen por un solo punto en el plano en el que se sitúa el objeto a “ocultar” (Figura 2). Para ello se ha completado el juego de lentes existente con el presupuesto destinado a este proyecto (100 €)

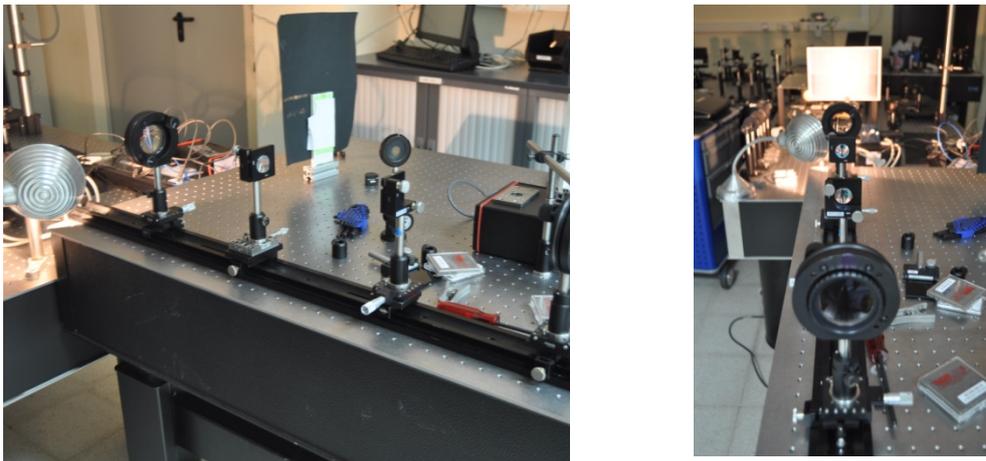


Figura 2. Vistas del montaje experimental de “cloaking”

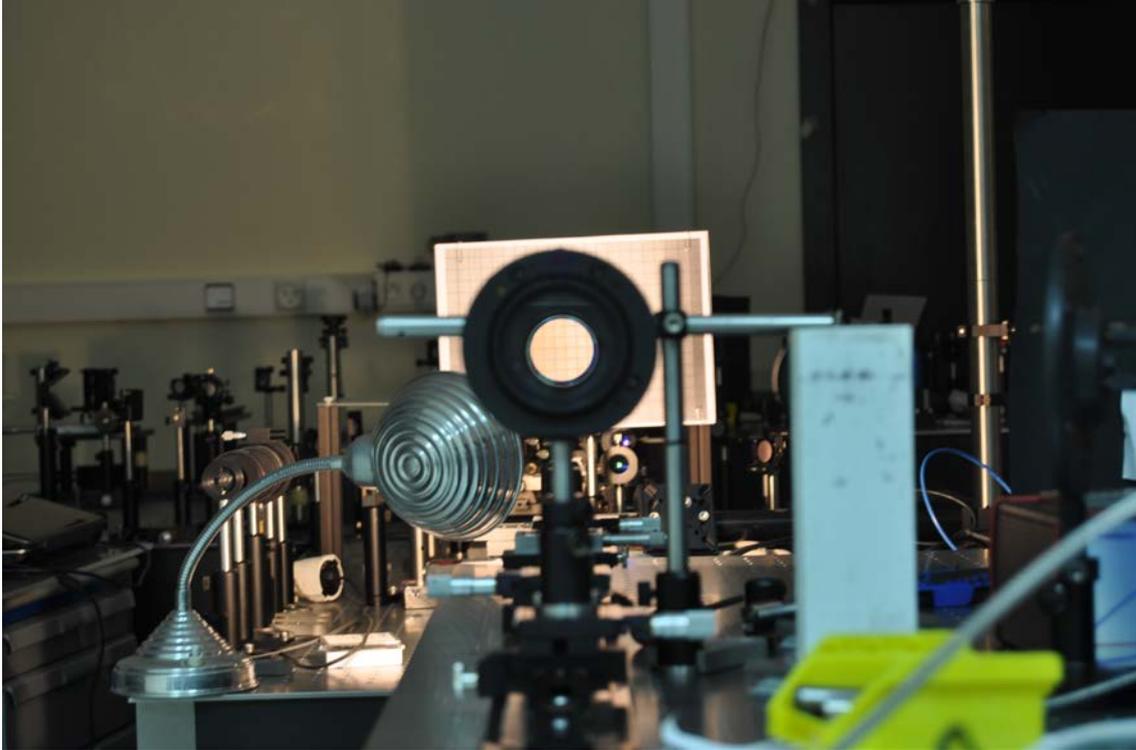


Figura 3. Resultado del experimento de “cloaking”. El vástago queda oculto a través del sistema óptico, viéndose sólo la cuadrícula de detrás.

Relación con problemas y las asignaturas:

Esta práctica está relacionada con las asignaturas de Óptica II (en la parte de sistemas ópticos y trazado de rayos), Laboratorio de Óptica (procedimientos experimentales) y Fotónica (en la parte de dispositivos fotónicos).

El montaje experimental fue desarrollado junto con un alumno voluntario de la asignatura de Fotónica que se implicó en su implementación. No dio tiempo a incorporarlo en los seminarios de las diversas asignaturas implicadas para este curso, pero la práctica y el material didáctico está disponible para el siguiente.

Experimento 3: Comportamiento de la luz en medios de índice de refracción no constante

Motivación:

- Observar experimentalmente cómo afecta a la trayectoria de un rayo de luz una distribución en sustrato del índice de refracción.
- Entender el principio físico de fenómenos naturales como los espejismos y las “fatas morganas”, así como el fundamento de dispositivos fotónicos de gradiente de índice de refracción (lentes GRIN)

Material:

- Cubeta transparente alargada
- Puntero láser
- Agua
- 1 kg. de azúcar

Montaje base:

Se mezcla el kg. de azúcar con medio litro de agua, formando una melaza densa que se introduce en la cubeta transparente alargada. Posteriormente se añade más agua y se deja reposar la mezcla. Por gravedad, la mayor concentración de azúcar se localizará en la parte inferior de la cubeta, mientras que cerca de la superficie la concentración será menor. Esto afecta al índice de refracción del medio, siendo mayor en el fondo y menor en la superficie, formándose una disposición en sustratos del índice de refracción del líquido. De esta forma la propagación de la luz se ve afectada. Como se demuestra en algunos ejercicios propuestos en la asignatura de Óptica II, los rayos de luz dejan de viajar en línea recta para acercarse a la zona de mayor índice de refracción. Para demostrar eso se ilumina la cubeta con un puntero láser, incidiendo desde diversos ángulos de entrada

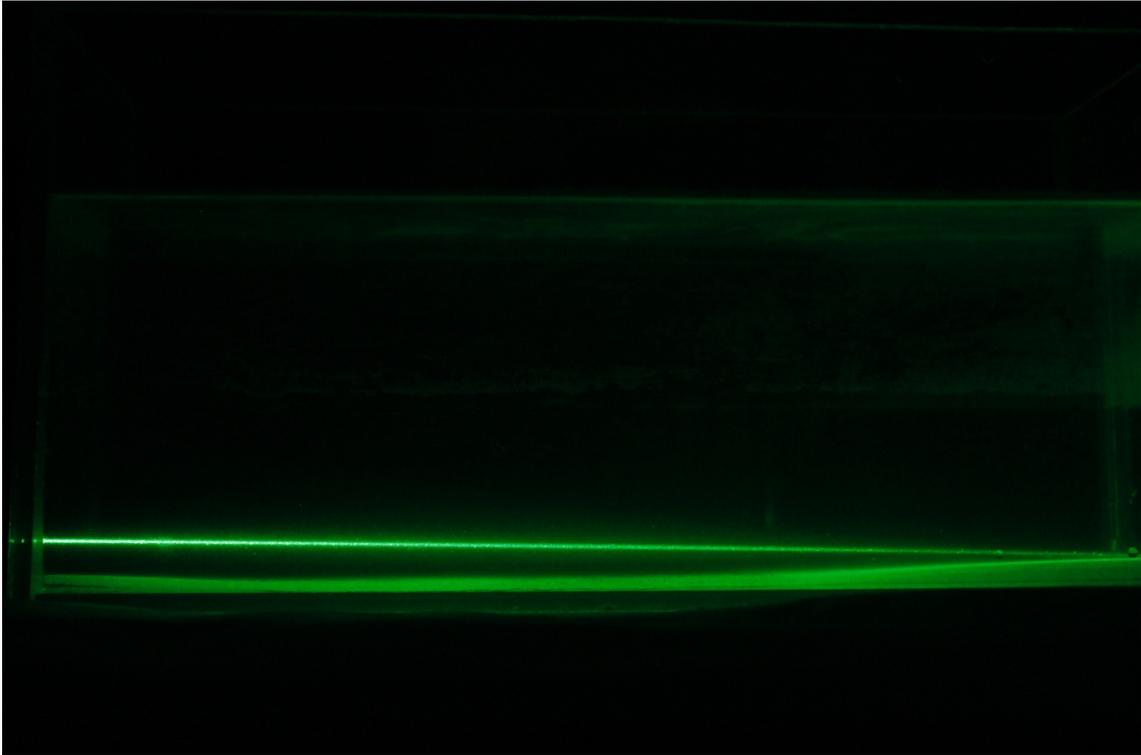


Figura 4. Propagación de la luz por el medio con el haz incidente paralelo al suelo

Se aprovecha esta demostración para introducir simulaciones efectuadas en Matlab, empleando los resultados de los problemas teóricos relacionados. Con ello se pretende mostrar el mecanismo físico, a la vez que se invita a los alumnos a efectuar sus propias simulaciones.

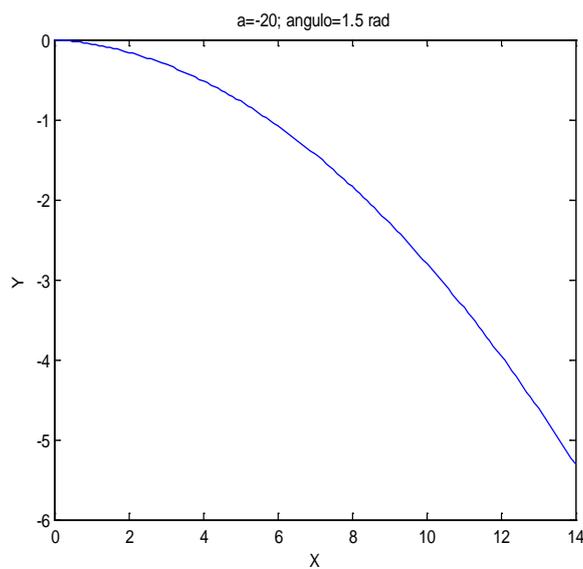


Figura 3. Simulación de propagación de la luz por el medio con el haz incidente paralelo al suelo

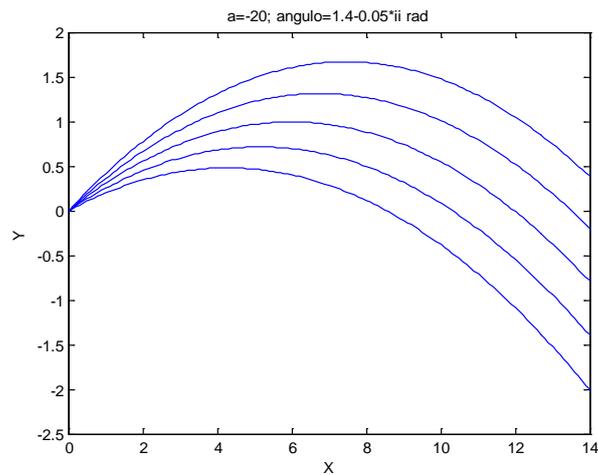


Figura 4. Simulación de propagación de la luz por el medio con el haz incidente paralelo al suelo

Relación con problemas y las asignaturas:

Esta demostración está directamente relacionada con una serie de problemas presentados en la asignatura Óptica II. De hecho se ha presentado en los seminarios de dicha asignatura, complementando ejercicios vistos en clase.

También puede ser aplicable en la asignatura de Laboratorio de Óptica y en la de Fotónica, ya que muestra el fundamento de operación de muchos sistemas fotónicos basado en distribuciones de índice de refracción.

4. Conclusiones generales

La ejecución del proyecto ha presentado los siguientes resultados e incidencias:

1. Se han desarrollados tres experiencias para seminarios y aula, relacionadas con las cinco asignaturas de Óptica.
2. Dichas experiencias ponen en relación a las diversas asignaturas, con objeto de poner énfasis sobre la interrelación de la misma
3. Se ha implicado al profesorado de las asignaturas, así como al alumnado no sólo en la presentación en clase, sino en su propio desarrollo.
4. De las tres actividades, una de ellas ha sido desarrollada plenamente y ejecutada en el aula. Queda pendiente para el curso que viene la presentación en aula de las otras dos, si bien todo el material didáctico ya está desarrollado.
5. Se ha observado que las actividades propuestas suponen un refuerzo a las clases de problemas y teorías, y es un material ideal para las clases de seminarios. Permite aproximar al alumno de una forma diferente a las diversas asignaturas, sobre todo incentivando su curiosidad científica

En un futuro es muy recomendable añadir nuevas actividades a las ya existentes.