

Una Experiencia Innovadora en la Evaluación de la Asignatura de Óptica en la UNED

*(An Innovative Experience in the Assessment of the
Subject of Optics in the UNED)*

MANUEL YUSTE LLANDRES

CARMEN CARRERAS BÉJAR

Universidad Nacional de Educación a Distancia
(España)

RESUMEN: *En este trabajo se describen las actividades que llevan a cabo los alumnos de la asignatura de Óptica en la UNED (tercer curso de la licenciatura en Ciencias Físicas), presentadas como un programa coordinado de teoría, problemas y experimentos, y se analiza la influencia que el sistema de evaluación utilizado (exámenes en el aula y en casa, cuadernillos de ejercicios y problemas, problemas de enunciado abierto y temas monográficos) tiene en el aprendizaje de la asignatura.*

*Educación a Distancia – Enseñanza de las Ciencias – Enseñanza Individualizada –
Evaluación del Proceso de Enseñanza/Aprendizaje*

ABSTRACT: *This work presents a detailed account of the activities of the UNED students enrolled in the course "Optics" (third year of the Physics undergraduate curriculum) as a coordinated program of theory, problems and laboratory. The influence of a multiple evaluating methodology, consisting of ordinary and home examinations, assigned exercises and problems, open problems and monographic reviews as small-scale research projects, is analyzed.*

*Distance Education – Sciences's Teaching – Individualized Teaching –
Teaching/Learning Process Assessment*

0. INTRODUCCIÓN

El objetivo general que perseguimos en la Licenciatura en Ciencias Físicas en la UNED es que nuestros estudiantes adquieran una sólida formación en Física básica, que les pueda servir tanto para dedicarse a la investigación como a la docencia. Por esta razón, y con el propósito de contribuir a su formación integral, hemos tratado de coordinar el programa de la asignatura, las diferentes actividades a desarrollar por el alumno y el sistema de evaluación, de manera que actúen positivamente en su aprendizaje (Medina, 1991).

1. PROGRAMA

En el caso de la asignatura de Óptica pretendemos familiarizar a los alumnos con los fundamentos de la interacción luz-materia; es decir, con los fenómenos atómicos de emisión y absorción de la luz y con los diferentes aspectos de la propagación luminosa en medios materiales.

Para la elaboración del programa hemos utilizado la secuencia histórica en el establecimiento de las ideas y teorías sobre la naturaleza de la luz, aunque, por motivos pedagógicos, en alguna ocasión hayamos alterado el orden cronológico. Teniendo en cuenta este criterio, así como el tiempo dedicado a su desarrollo dentro de la carrera de Física (dos cuatrimestres), hemos elaborado el programa de la asignatura, constituido por los temas que a continuación se indican:

- ▶ La luz en la superficie de separación de dos medios: leyes de la reflexión y refracción y ecuaciones de Fresnel.
- ▶ Propagación de la luz en medios anisótropos: birrefringencia y actividad óptica.
- ▶ Propagación de la luz en medios de índice de refracción variable: los espejismos.
- ▶ Fenómenos interferenciales y difraccionales. Coherencia de las ondas luminosas.
- ▶ Emisión y absorción de la luz por los átomos: el cuerpo negro, el efecto fotoeléctrico y el láser.

Para mostrar al alumno la importancia que ha tenido la luz en el desarrollo de la Ciencia, le proporcionamos al principio del curso una lección sobre su historia (1), donde describimos las diferentes teorías sobre su naturaleza, desde los

(1) En la actualidad existe un *video* de cuarenta y cinco minutos de duración sobre este tema, editado por la UNED: CARRERAS, C. y YUSTE, M.; Realizadora: VIEJO, R.: "La luz a través de la Historia", (CEMAV-UNED, 1995). Está dividido en tres partes, "I: de los griegos a Newton", "II: el siglo de las ondas" y "III: la dualidad onda-corpúsculo", y va acompañado de una Guía Didáctica (200 páginas).

griegos hasta el momento actual, haciendo hincapié en los experimentos relevantes en que interviene la luz.

2. ACTIVIDADES PROPUESTAS

La actividad fundamental del alumno consiste en estudiar los temas propuestos en el programa de la asignatura en los textos aconsejados para ello. Para facilitarle esta labor y tratar de complementar su formación en el campo de la Óptica, hemos programado una serie de actividades. Como hemos observado que la respuesta de los alumnos ante un mismo problema de aprendizaje es muy diferente, en la programación de estas actividades hemos tenido en cuenta las especiales características de nuestro alumnado (Farjas y Madrigal, 1989) (dispersión geográfica, diversidad de edades, diferentes formas de acceso a la universidad, tiempo disponible para el estudio, ...). Esta situación nos ha obligado a diversificar la propuesta de actividades, que describimos someramente a continuación.

1. Prácticas de laboratorio. Las prácticas que se pueden realizar en nuestro laboratorio han sido elaboradas atendiendo más a los fundamentos físicos de las ondas luminosas que a sus importantes aplicaciones tecnológicas. Las hemos planteado como pequeños trabajos de investigación, constituidas por varios experimentos en los que los alumnos estudian diferentes aspectos de los temas del programa. Para la realización de las mismas se les proporcionan *guiones* que contienen una explicación detallada de cómo se aplica la teoría al caso concreto en estudio, una descripción pormenorizada del experimento y ejemplos de medidas realizadas por nosotros con el correspondiente análisis de resultados. Los alumnos pueden realizar estas prácticas bien a lo largo del curso, coordinadas con el estudio teórico (2), o bien concentradas en una semana en periodo vacacional, a lo que llamamos *Talleres experimentales* (Mora y cols., 1987; Carreras y Yuste, 1993).

Esta segunda opción está reservada para los alumnos que residen fuera de Madrid. El objetivo de esta actividad es el de proporcionarles una semana de convivencia universitaria en la que se dedica una parte del tiempo a la realización de prácticas de laboratorio, otra a seminarios y conferencias sobre temas de actualidad científica, y otra, a visitar laboratorios de investigación de otras universidades o instituciones (CSIC, Empresas, ...).

Las prácticas que pueden realizarse en el laboratorio de Óptica de la UNED son las siguientes:

(2) A los alumnos muy motivados, o a aquéllos que tienen difícil acceso a un centro universitario que disponga de laboratorio, les proponemos la elaboración de experimentos caseros. Véase por ejemplo: YUSTE, M. y CARRERAS, C. (1994). *Experimentos caseros para un curso de Física General*. Cuaderno de la UNED, nº 130, Experimentos 10-13, págs. 145-184, UNED. Madrid.

- ▶ Reflexión y refracción de la luz, ecuaciones de Fresnel. Lentes delgadas.
- ▶ Birrefringencia lineal y actividad óptica (Yuste y Carreras, 1989)
- ▶ El arco iris (Yuste y Carreras, 1988).
- ▶ Interferencias luminosas: experimento de Arago e interferómetro de Michelson.
- ▶ Difracción de la luz: determinación de las dimensiones de obstáculos pequeños (Yuste y Carreras, 1985, 1986).
- ▶ Espectroscopía atómica: serie de Balmer del átomo de hidrógeno (Carreras y Yuste, 1988).
- ▶ Características de la radiación láser. Longitud de coherencia de diferentes fuentes luminosas (Yuste y Carreras, 1992).
- ▶ El cuerpo negro. Magnitudes radiométricas y fotométricas (en fase de preparación).

2. Colecciones de problemas. Son conocidas por los alumnos como *cuadernillos*. Les ayudan a superar los exámenes, puesto que los problemas que tienen que resolver son semejantes a los que aparecen en ellos. Los alumnos que participan en esta actividad envían la resolución de los problemas para su calificación un mes antes de la fecha de los correspondientes exámenes cuatrimestrales. A partir de ésta, se remite a todos los alumnos matriculados en la asignatura la solución detallada de dichos *cuadernillos*.

3. Problemas de enunciado abierto. Los estudiantes están acostumbrados a resolver problemas que suelen ser, en la mayoría de los casos, aplicaciones inmediatas de fórmulas o esquemas de planteamiento (recetas), previamente adquiridos en el aprendizaje. Por esta razón, cuando se tienen que enfrentar a un problema real experimentan una gran dificultad a la hora de plantearlo. Con objeto de acostumbrarles a llevar a cabo esta tarea como han de hacerlo en su futura vida profesional, les proponemos el estudio de algunos fenómenos físicos que puedan ser resueltos en el marco de la asignatura (3). El procedimiento que hemos seguido comprende las siguientes etapas: se propone al alumno el estudio de un fenómeno que pueda ser observado directamente o del que se pueda proporcionar una descripción simple; se le induce a que enuncie hipótesis que

(3) Este tipo de problemas abiertos ha sido ampliamente puesto en práctica y discutido por otros autores. Ver, por ejemplo: GIL, D. y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J.(1983). *A model for problem-solving in accordance with scientific methodology*. European Journal of Science Education, 5, Nº. 4, 447-455. GIL, D. y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J.(1987). *La resolución de problemas de Física*. Ediciones del MEC, Madrid.

puedan explicarlo y se lleva a cabo una crítica de las mismas de acuerdo con las teorías conocidas, seleccionando por vía teórico-práctica aquellas que puedan servir para la explicación del fenómeno; se le proporcionan las técnicas físico-matemáticas concretas necesarias para el planteamiento y resolución del problema; y, finalmente, se le hace comprobar experimentalmente, siempre que sea posible, la teoría involucrada y repetir o simular el fenómeno en una maqueta de laboratorio.

La interacción alumno-profesor necesaria para llevar a cabo esta actividad se realiza por los mecanismos habituales de la enseñanza a distancia (correo, teléfono, fax, e-mail, ...). Sin embargo, la etapa de comprobación experimental requiere la presencia del alumno en los laboratorios de la Sede Central o de los Centros Asociados.

Los problemas que hasta ahora hemos propuestos a los alumnos son los siguientes: *El arco iris; La birrefringencia del papel celofán y Los espejismos.*

4. Temas monográficos. Con objeto de que aprendan a exponer por escrito las ideas científicas, les proponemos la redacción de temas monográficos sobre diversos aspectos de la asignatura. Para ello les proporcionamos una bibliografía básica como punto de partida en su estudio.

Los temas propuestos son los siguientes: *Sistemas telescópicos y microscópicos: historia, descripción y funcionamiento; El arco iris: interpretación de Descartes y Newton; El ojo, la visión y el color; El cuerpo negro y su importancia en el desarrollo de la Física Moderna; Los fundamentos físicos del LÁSER; Los fundamentos de la Espectroscopía y su importancia en el conocimiento de la estructura de la materia y Los fundamentos de la holografía.*

3. EL SISTEMA DE EVALUACIÓN

El elemento fundamental en la evaluación que practicamos es el examen de conocimientos. Éste se lleva a cabo mediante el análisis del trabajo realizado por el alumno en dos tipos de actividades obligatorias (*las prácticas de laboratorio y los exámenes cuatrimestrales*) y tres tipos de actividades voluntarias (*cuadernillos, problemas de enunciado abierto y temas monográficos*). En el apartado precedente hemos descrito la mayoría de ellas. Aquí, antes de pasar a indicar cómo se califican, vamos a describir brevemente en qué consisten los exámenes cuatrimestrales.

Las exigencias organizativas de los mismos en la UNED hacen que éstos tengan una duración máxima de dos horas. En dichos exámenes hay que evaluar todo lo que el alumno ha aprendido en un cuatrimestre. A nuestro modo de ver, la

mejor manera de hacerlo es proponiéndole problemas que abarquen diferentes aspectos de la asignatura y no meros ejercicios de aplicación directa de las fórmulas teóricas. Estos problemas son, por lo tanto, más amplios de contenido y de razonamiento. Aunque limitamos el examen a la resolución de dos de ellos, es muy difícil resolverlos correctamente en dos horas. Por este motivo, como actividad adicional les proponemos la repetición del examen en casa, para lo cual pueden, obviamente, utilizar todo tipo de ayudas (libros, apuntes, consultas a compañeros, ...). Una vez realizado este trabajo, deben enviarlo a la Sede Central de la UNED para que los profesores procedan a su corrección.

Veamos ahora de qué manera se puntúa cada una de las actividades anteriormente descritas.

- ▶ **Exámenes cuatrimestrales.** La puntuación de esta actividad es la siguiente: tanto el examen del aula como su repetición en casa se puntúan sobre diez. Si en el examen del aula la nota obtenida por el alumno es inferior a tres puntos, éste no supera la prueba. Si es igual o superior a tres puntos, la nota final de la prueba será la media de la de ambos exámenes (aula + casa). Si esta nota media es igual o superior a cinco puntos, la prueba está superada.

Cuando se comunica a los alumnos la calificación de cada examen se les proporciona la solución detallada del mismo, a fin de que puedan contrastar con mayor facilidad dónde han cometido errores. Por otra parte, utilizamos la solución del examen para mostrarles, por vía de ejemplo, cómo deben ellos redactar y presentar sus trabajos.

- ▶ **Prácticas de laboratorio.** Los alumnos están obligados a presentar una memoria sobre los trabajos experimentales realizados. La calificación de la misma es de *apto* o *no apto*. En este segundo caso, el alumno debe rehacer la memoria y, si es necesario, repetir las prácticas. Es imprescindible la calificación de *apto* para aprobar la asignatura.
- ▶ **Cuadernillos, problemas de enunciado abierto y temas monográficos.** Cada una de estas actividades se califica sobre diez puntos y tiene el mismo peso que un examen cuatrimestral. No se tienen en cuenta aquellos trabajos cuya calificación sea inferior a cinco puntos.

Elaboración de la nota final: Suponiendo que la memoria de prácticas esté calificada con *apto* y que la nota de cada uno de los exámenes cuatrimestrales sea igual o superior a cinco puntos, entonces la nota final se elabora haciendo la media entre todas las calificaciones obtenidas por el alumno en cada uno de sus trabajos (*dos exámenes cuatrimestrales, cuadernillos, problemas de enunciado abierto y temas monográficos*). Obviamente, un alumno puede aprobar la asignatura sin realizar ninguna actividad voluntaria. La nota final será, en este caso, la nota media de los exámenes cuatrimestrales.

4. RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS CURSOS 1990/91 A 1996/97

Los resultados más significativos son los siguientes:

- Sobre la nota final.** De los alumnos matriculados sólo el 45% toma parte activa en el curso (se presenta a los exámenes cuatrimestrales, hace las prácticas de laboratorio, ...). De este reducido número de alumnos que participa, alrededor del 78% aprueba la asignatura. En la Figura 1 se muestra la distribución de las notas finales obtenidas por alumnos que han realizado los dos exámenes cuatrimestrales. Como puede verse, la distribución es bastante regular, encontrándose la nota más probable en torno a seis puntos.

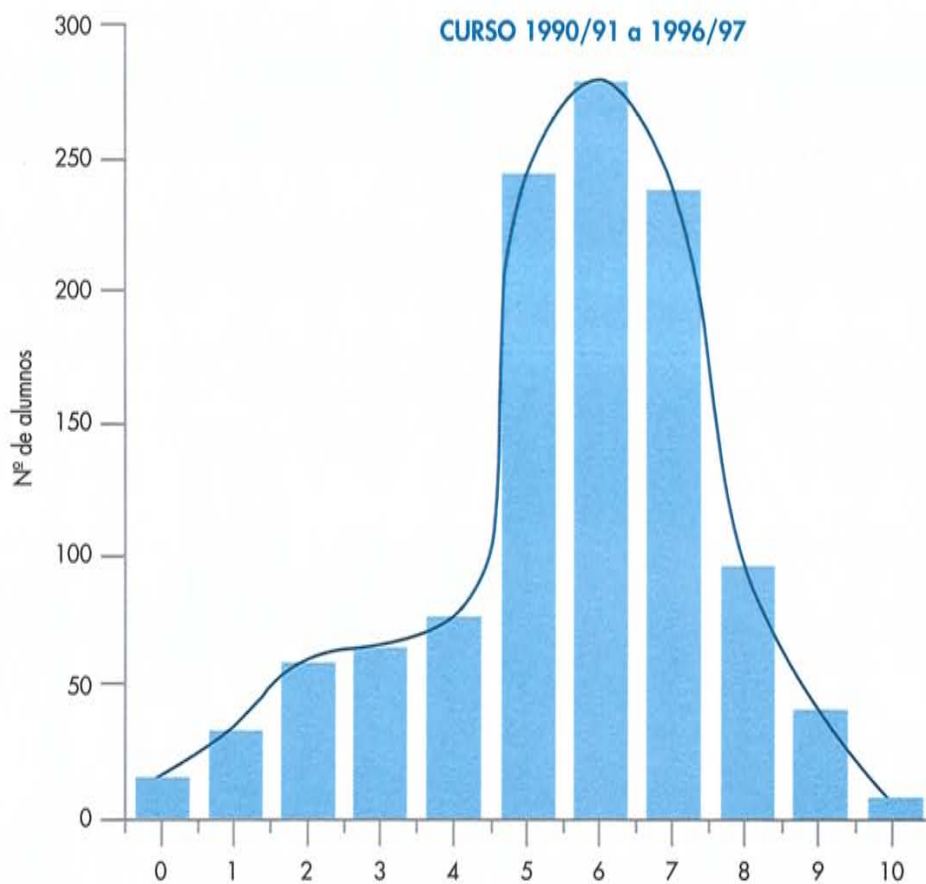


Figura 1
Distribución de notas finales (muestra: 1156 alumnos)

► **Sobre los exámenes del aula y los de casa.** En la Figura 2 se indican las distribuciones de las notas obtenidas en los exámenes del aula y de casa. La nota más probable es de tres puntos para los primeros y de siete, para los segundos. Esta diferencia parece razonable, puesto que los exámenes del aula son realizados bajo una cierta tensión en un tiempo muy limitado (dos horas), mientras que en los de casa los alumnos pueden invertir quince días en su realización con toda clase de ayudas (libros, problemas resueltos, ...).

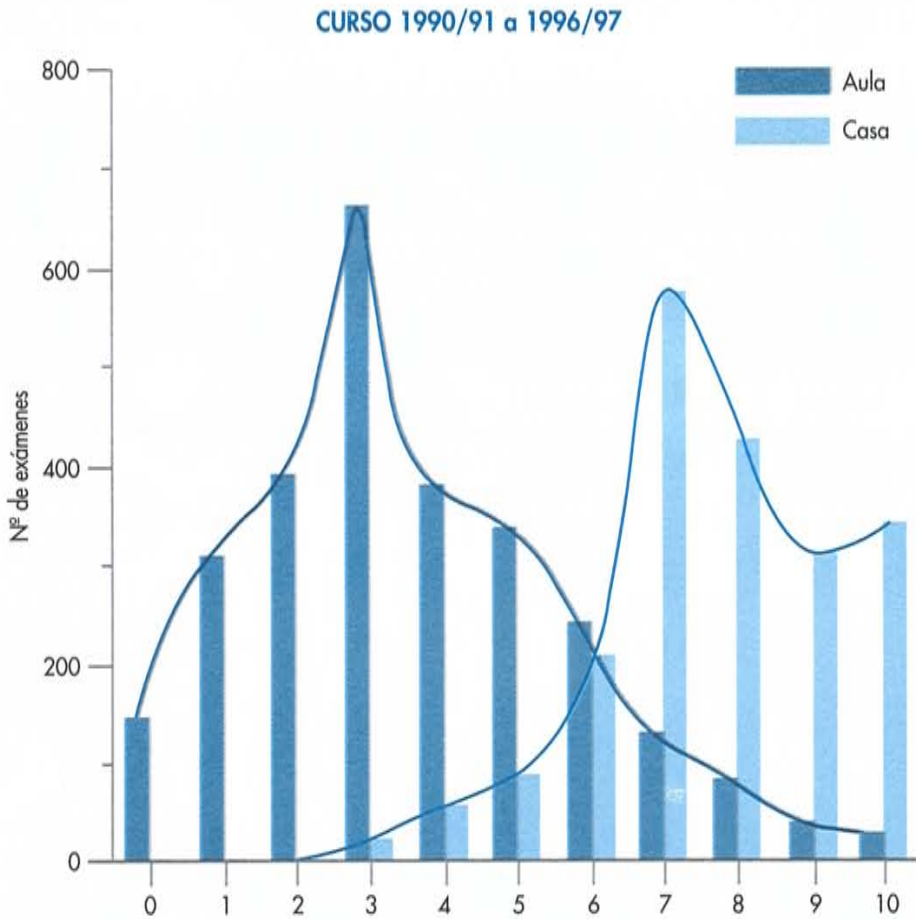


Figura 2
Distribución de notas de exámenes realizados en el aula (muestra: 2782 exámenes)
y en casa (muestra: 2061 exámenes)

En la curva correspondiente a los exámenes de casa se observa una distribución anómala en la zona de las notas altas (nueve y diez). Probablemente este hecho se deba a la influencia de ayudas externas (en lenguaje coloquial, *ejercicios copiados*). No obstante, el porcentaje de estos alumnos es pequeño, pudiendo estimarse entre el 5% y el 10%. (Hay que tener en cuenta que de los alumnos que en el examen de casa obtienen 9 ó 10 puntos, alrededor de un 50% han obtenido menos de 3 puntos en el examen del aula y, por lo tanto, no superan la prueba.)

- Sobre las actividades voluntarias.** Para el 45% de los alumnos, la realización de estas actividades no ha supuesto ningún incremento en la nota final. Para el resto, el incremento oscila entre 0,5 y 1,5 puntos. Este resultado parece significar que las **actividades voluntarias** no influyen en la calificación definitiva. Sin embargo, en la Tabla 1 indicamos el porcentaje de alumnos aprobados en relación al número de alumnos presentados y pormenorizamos cuántos han realizado dichas actividades.

Tabla 1:
Influencia de las actividades voluntarias en la nota

| Actividades voluntarias | Alumnos Presentados | Porcentaje de aprobados |
|-------------------------|---------------------|-------------------------|
| Sí | 311 | 82% |
| No | 984 | 59% |

Como puede verse, de los alumnos que realizan actividades voluntarias aprueba el 82%, mientras que de aquéllos que no las llevan a cabo, sólo el 59% supera la asignatura. Esto puede interpretarse diciendo que los alumnos que escogen las actividades voluntarias que les proponemos son los que llegan con una mejor formación general, por lo que es lógico que aprueben con más facilidad. Pero también puede interpretarse el resultado diciendo que los alumnos que realizan las actividades voluntarias están más capacitados para afrontar las dificultades que se les plantean en los exámenes. Quizá el trabajo menos rutinario (problemas de enunciado abierto y redacción de temas monográficos) les motiva a profundizar en los temas de estudio y les ayuda a desarrollar actividades imprescindibles en su formación (cálculo matemático, planteamiento y búsqueda de soluciones de los problemas reales, exposición escrita de ideas científicas, ...). En nuestro estudio no podemos concluir sobre cuál de estos dos puntos de vista es el correcto, o si hay parte de razón en cada uno de ellos. Para poder decidir sobre el particular sería necesario formar dos grupos de alumnos escogidos al azar, obligar a que uno de ellos realice todas las actividades propuestas y comparar los resultados obtenidos con los del otro grupo, que sólo realizaría las prácticas de laboratorio y los exámenes cuatrimestrales.

5. COMENTARIOS FINALES

Ya hemos señalado que sólo el 45% de los alumnos matriculados se presenta a los exámenes. Este hecho es bastante general en las carreras universitarias que se cursan en la UNED (García Aretio, 1987) y nos parece que es debido, esencialmente, a que nuestros estudiantes acuden al examen sólo cuando consideran que están suficientemente preparados para superarlo. En esto se diferencian de los alumnos de las universidades *tradicionales*, que suelen ser más jóvenes. En general, estos últimos contemplan el examen como una obligación para con sus padres o tutores, los cuales esperan de ellos que al finalizar cada curso se sometan al juicio de sus profesores. Por el contrario, el estudiante de la UNED, que tiene una mayor madurez (un elevado porcentaje ha cursado ya otros estudios universitarios y se encuentra incorporado a la vida profesional), *no pierde el tiempo* acudiendo a la sala de exámenes si no se considera suficientemente preparado. De ahí que un buen porcentaje de los alumnos que se presentan a los mismos (aproximadamente el 78%) apruebe la asignatura. Creemos que estas consideraciones han de ser tenidas en cuenta a la hora de valorar la escasa participación del alumnado de la UNED en los exámenes.

También merece la pena comentar la modalidad que hemos establecido en esta asignatura de *repetir el examen en casa*. Esta actividad ha sido acogida con gran aceptación por los alumnos debido, a nuestro modo de ver, a las siguientes razones:

- ▶ Se sienten más seguros, puesto que si cometen algún fallo en el examen del aula, disponen de una segunda oportunidad para solventarlo en mejores condiciones.
- ▶ No tienen que hacer esfuerzos de memorización, lo que representa un auténtico alivio, sobre todo para los estudiantes de más edad.
- ▶ Desaparece en ellos la sensación de que los exámenes son trampas colocadas por los profesores para descubrir sus fallos en el estudio.

Desde nuestro punto de vista, por la gran atención y esmero que dedican los alumnos a la realización de esta actividad y por el hecho de poder corregir los errores cometidos en el examen del aula, pensamos que esta modalidad del examen de casa les permite aprender o afianzar lo aprendido y ejercitar la autocrítica, aceptando mejor el juicio que sobre ellos emite el profesor. Es decir, el examen se convierte en un elemento pedagógico de alta calidad.

Por otra parte, hemos señalado que en esta actividad entre un cinco y un diez por ciento de los estudiantes comete lo que podríamos llamar un fraude académico. Por esta razón, no parece aconsejable emplear este sistema en cursos inferiores, aunque habría que valorar con gran cuidado este inconveniente, porque la

repetición del examen en casa contiene otros aspectos pedagógicos de gran utilidad para la mayoría de los estudiantes (para más del 90%).

En cuanto a los problemas de enunciado abierto, alrededor del 25% del alumnado ha realizado este tipo de actividad voluntaria, lo que nos ha permitido extraer las siguientes conclusiones: estos alumnos están, de entrada, fuertemente motivados; no experimentan rechazo alguno por el gran esfuerzo teórico y experimental que tienen que llevar a cabo y les resulta atractivo generar hipótesis, predecir resultados y diseñar experimentos; debido a la dificultad de la tarea, tienden a trabajar en equipo; la redacción de la memoria final de su trabajo desarrolla mucho su capacidad de análisis y síntesis; y, como ya hemos indicado, aprueban más fácilmente la asignatura.

Por otra parte, nos gustaría indicar una posible mejora de nuestro estudio. Al haber dejado a la libre elección del alumno la realización o no de ciertas actividades, nos hemos visto en la imposibilidad de concluir sobre si influyen o no en la nota final. En el futuro parece aconsejable continuar este trabajo, pero formando dos grupos de alumnos escogidos al azar, uno de ellos realizando todas las actividades y el otro, sólo las denominadas obligatorias. Como es natural, no es necesario que estos dos grupos abarquen a todos los alumnos que participan en la asignatura. Más bien serían dos grupos minoritarios, aunque con suficiente número de alumnos como para que los resultados fueran significativos. Con los demás estudiantes seguiríamos trabajando como hasta ahora.

Finalmente nos gustaría señalar que, aunque las actividades diseñadas por nosotros están destinadas a los alumnos de la UNED, nos parece que también pueden ser utilizadas todas ellas en las universidades tradicionales. En particular, creemos que merecería la pena ensayar en ellas el tipo de *examen cuatrimestral* propuesto por nosotros, porque si se consigue establecer la correlación entre la nota del examen del aula y el de casa, este último permitiría realizar un control mucho más continuado del progreso del alumno, eliminando parte de los problemas que conlleva la organización de los exámenes en el aula. Teniendo en cuenta el futuro desarrollo de las denominadas *autovías de la información*, es posible que este tipo de exámenes proliferen, por lo que no estaría de más el llevar a cabo los estudios pertinentes para poder comparar las calificaciones que se obtengan en ellos con las de los exámenes tradicionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARRERAS, C. y YUSTE, M. (1988). *Una forma sencilla y natural de iniciar a los estudiantes en la Física Cuántica: Obtención y análisis de algunos espectros atómicos*. Óptica Pura y Aplicada, 21 (Vol. Homenaje a A. Hidalgo), nº 2, 167-177.
- CARRERAS, C. y YUSTE, M. (1993). Innovaciones educativas: una década de talleres experimentales. Revista A DISTANCIA, UNED/Número extraordinario (Primavera de 1993), 140-145.
- FARJAS ABADÍA, A. y MADRIGAL COLLAZO, C. (1989). *Sociología del estudiantado y rendimiento académico*. ICE-UNED, Serie Estudios de Educación a Distancia, nº 12, Cap. 1, págs. 17-105. Madrid.
- GARCÍA ARETIO, L. (1987). *Rendimiento académico y abandono en la educación superior a distancia*. ICE-UNED, Serie Estudios de Educación a Distancia, nº 10, Cap. 1, págs. 17-25. Madrid.
- MEDINA RIVILLA, A. (1991): *Modelos de evaluación del alumno en la Educación a Distancia*, Cap. 2, págs. 39-66, en Teoría y Métodos de evaluación. Editorial Cincel, S.A. Madrid.
- MORA, J.T., CARRERAS, C. y YUSTE, M. (1987). *Residential Physics Workshops for students attending 'distance' universities*. Journal of College Science Teaching, Vol. XVI, No. 3, 168-171 (Dec. 1986/Jan. 1987).
- RAMÍREZ, L., GIL, D. y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. (1994). *La resolución de problemas de Física y de Química como investigación*. CIDE-MEC. Madrid.
- YUSTE, M. y CARRERAS, C. (1985). *Fitting measurement on a single slit diffraction pattern*. Microcomputers in Science Education (Edited by G. Marx & P. Sücs, International Centre for Educational Technology, Veszprém, Hungary), Vol. II, 142-154.
- YUSTE, M. y CARRERAS, C. (1986). *Comment on 'Simple experiment illustrating the properties of waves in a refractive medium'*. American Journal of Physics, **54**, No. 7, 652-653.
- YUSTE, M. y CARRERAS, C. (1988). *El Arco Iris: El fenómeno natural en la enseñanza de la Física*. Revista Española de Física, **2**, nº 1, 28-39.
- YUSTE, M. y CARRERAS, C. (1989). *Birrefringencia del papel cello*. Revista Española de Física, **3**, nº 2, 54-61.
- YUSTE, M. y CARRERAS, C. (1992) *Fundamentos de la Radiación Láser*. Cuaderno de la UNED, nº 113, UNED. Madrid.

PERFIL ACADÉMICO-PROFESIONAL DE LOS AUTORES:

Manuel Yuste Llandres: Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad de Paris-Sud, realizó su Tesis Doctoral en el Laboratorio de Física Cristalina de Orsay (Francia). Durante diez años trabajó en temas relacionados con los cristales en el CNRS (Francia) y la Universidad de Paderborn (Alemania). Desde su llegada a España en 1978 se ha dedicado fundamentalmente a la investigación educativa en el área de Física en las Universidades de Alcalá de Henares, la Autónoma de Madrid y la UNED. En la actualidad es Catedrático de Física Aplicada en el Departamento de Física de los Materiales de la UNED. Dirige el Taller Permanente de Enseñanza de la Física Universitaria para profesores iberoamericanos, con sede en la Facultad de Física de la Universidad de La Habana (Cuba).

Correo electrónico: myuste@sr.uned.es

Carmen Carreras Béjar: Doctora en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense de Madrid, realizó su Tesis Doctoral en el Instituto de Óptica "Daza de Valdés" del CSIC. Desde 1979 trabaja en la UNED, siendo en la actualidad Profesora Titular de Física Aplicada en el Departamento de Física de los Materiales. Dirige la revista 100cias@uned de la Facultad de Ciencias y es Vocal de la Junta de Gobierno de la Real Sociedad Española de Física.

Ha desarrollado sus investigaciones en el campo de la Fotometría y la Radiometría, de la Difractometría láser aplicada al estudio de especímenes biológicos y, en la actualidad, se dedica a la investigación educativa en el nivel universitario.

Correo electrónico: ccarrera@sr.uned.es