

**MEMORIA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS
PROYECTOS DE INNOVACIÓN EDUCATIVA
VICERRECTORADO DE INNOVACIÓN Y CALIDAD DOCENTE
CURSO ACADÉMICO 2012-2013**

DATOS IDENTIFICATIVOS:

1. Título del Proyecto

**COMPLEMENTOS DOCENTES PARA EL ESTUDIO
DE LA PROPAGACIÓN DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS**

2. Código del Proyecto

102003

3. Resumen del Proyecto

El proyecto se propuso utilizar las nuevas tecnologías y la enseñanza virtual como una herramienta de apoyo a la docencia, de acuerdo con las recomendaciones recogidas en la Declaración de Bolonia. Para ello se planteó la realización de trabajos prácticos aplicados al campo de las ondas electromagnéticas, elaborados por los alumnos coordinados por un tutor. Los temas se enfocaron como un complemento de la formación académica y como material docente de apoyo, relacionados con la asignatura del 5º curso de la Licenciatura de Física 'Propagación de Ondas Electromagnéticas'. Se propuso asimismo la visita a grandes instalaciones, como un complemento de su formación y una manera también de ampliar su perspectiva del mundo laboral.

4. Coordinador/es del Proyecto

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente
Antonio Gamero Rojas	de Física	082

5. Otros Participantes

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Tipo de Personal
José Manuel Alcaraz Pelegrina	de Física	082	PDI
Pedro Rodríguez García	de Física	082	PDI

6. Asignaturas afectadas

Nombre de la asignatura	Área de conocimiento	Titulación/es
Propagación de Ondas Electromagnéticas	Física Aplicada	Física

Especificaciones

*Utilice estas páginas para la redacción de la memoria de la acción desarrollada. La memoria debe contener un mínimo de cinco y un máximo de **diez** páginas, incluidas tablas y figuras, en el formato indicado (tipo y tamaño de letra: Times New Roman, 12; interlineado: sencillo) e incorporar todos los apartados señalados (excepcionalmente podrá excluirse alguno). En el caso de que durante el desarrollo de la acción se hubieran producido documentos o material gráfico dignos de reseñar (CD, páginas web, revistas, vídeos, etc.) se incluirá como anexo una copia de los mismos.*

Apartados

1. Introducción.

Con el desarrollo del proyecto se pretendía mejorar el contacto entre profesor y alumno, estimular una actitud más activa y crítica durante el proceso de formación, la realización de proyectos prácticos concretos, así como habituar a alumnos y profesores al uso de las nuevas tecnologías. Según la opinión de los alumnos participantes, la experiencia fue considerada formativa y las actividades realizadas deberían potenciarse en el futuro. Aunque el proyecto está relacionado con una asignatura concreta, la experiencia es extrapolable a cualquier otra materia de carácter científico-experimental y/o tecnológico.

Como un segundo aspecto del proyecto, se fue elaborando material de apoyo a la docencia de la asignatura y se fue colocando en el Aula Virtual alojada en la página web de la UCO, e implementada con la plataforma "moodle". Además, al final del primer cuatrimestre, se le facilitó a cada uno de los alumnos material de apoyo en un CD-ROM editado por nosotros. Ésta aplicación informática contenía un tutorial multimedia sobre algunos aspectos de la asignatura, algunos temas relacionados con la asignatura y un programa de simulación de campos electromagnéticos.

La forma de trabajar propuesta pretendía ser un acercamiento a las recomendaciones planteadas en la Declaración de Bolonia de 1999 y otras posteriores, conducentes a la implantación del Espacio Europeo de Enseñanza Superior, de especial interés para nosotros dado que el curso 2010/11 comenzó la titulación del Grado en Física en la Universidad de Córdoba. Dicho espacio de enseñanza superior plantea en primer lugar la necesidad de cuantificar la enseñanza impartida a través del trabajo del alumno. En el crédito europeo se integran las enseñanzas teóricas y prácticas, así como otras actividades académicas dirigidas, con inclusión de las horas de estudio y trabajo que el estudiante debe realizar para alcanzar los objetivos formativos propios de cada una de las materias del correspondiente plan de estudios. Las recomendaciones anteriores incluyen también modificar los planteamientos educativos para hacer especial énfasis en las habilidades durante el proceso de aprendizaje, con el objetivo de que los alumnos 'aprendan a aprender' y se facilite así el proceso de formación continua durante su posterior actividad profesional. De esta forma se hace necesario redefinir la manera de abordar la docencia de las diferentes materias para adaptarlas a este nuevo enfoque. En concreto, será necesario estructurar el contenido de las materias para poder cuantificar el trabajo total del alumno, así como plantear una serie de actividades y trabajos que le facilite al alumno ir avanzando y profundizando en el contenido de las materias por sí mismo, con la colaboración del profesor/tutor correspondiente.

Los alumnos valoran positivamente esta experiencia, considerando especialmente interesantes el Aula Virtual (como una buena herramienta de apoyo a la docencia) y la visita a grandes instalaciones (como un complemento de su formación y una manera también de ampliar su perspectiva del mundo laboral). Esta última actividad no se trata de ninguna práctica reglada incluida en el plan docente pero

creemos que ha sido un acierto el incluirla en el proyecto y que deberíamos aprovecharla más en el futuro.

Por todos estos motivos, y partiendo de la experiencia adquirida en proyectos anteriores, pretendemos darle continuidad a las actividades antes mencionadas, utilizando aquellos aspectos que dieron mejores resultados para dar un paso más en la adaptación de las asignaturas del actual Plan de Estudios a las recomendaciones recogidas en algunos trabajos relacionados con la implantación del Espacio Europeo de Enseñanza Superior.

Brevemente, los aspectos que se pretendían abordar en el presente proyecto son los siguientes:

a) Realizar **trabajos en equipo**, relacionados con la asignatura, bien como temas complementarios de la misma, como material docente de apoyo o bien para apoyar la preparación y explotación de las visitas programadas, para complementar así la formación del alumno tanto en lo referente a los conocimientos aprendidos como a las habilidades instrumentales.

b) Plantear un **acercamiento a las recomendaciones de la Declaración de Bolonia** y a la adaptación de la carga docente al Sistema de Transferencia de Créditos Europeos (ECTS).

c) Resaltar el importante papel que tienen **las nuevas tecnologías en la búsqueda de información**. La gran cantidad de información a la que se tiene actualmente acceso, así como las diversas fuentes que están suministrando esa información, hacen imprescindible saber buscar, analizar y seleccionar la información disponible. Nos parece por tanto necesario, durante el proceso de formación del alumno, aprender a utilizar esta nueva herramienta con tantas posibilidades para un uso profesional.

d) Utilizar **la enseñanza virtual como apoyo a la docencia** de la asignatura afectada por el proyecto, preparando a profesores y alumnos a sacar el mejor partido a estas nuevas herramientas formativas.

e) Realizar **visitas a grandes instalaciones científicas y tecnológicas**, como complemento formativo multidisciplinar y como una forma de mostrar distintas posibilidades relacionadas con su futura actividad profesional como físico, ampliando su perspectiva sobre las ofertas existentes en el mundo laboral.

f) Conseguir **una mayor implicación y una participación más activa** de los alumnos en el desarrollo de la asignatura, de forma que contribuya a una mejor formación final del alumno.

2. Objetivos.

Los objetivos generales que se perseguían con este Proyecto Docente son los siguientes:

1) **Potenciar los trabajos prácticos concretos**, tanto teóricos como experimentales, de manera que se favorezca la asimilación de contenidos de la materia afectada.

2) **Desarrollar** en los alumnos algunas de las **competencias y habilidades** indicadas en el proyecto 'tunning' para estudiantes de Física, como pueden ser la resolución de problemas, la búsqueda bibliográfica, la capacidad de aprendizaje, la habilidad experimental,...

3) **Familiarizar**, tanto a los alumnos como a los profesores, con **el uso del Aula Virtual** de la Universidad de Córdoba como una herramienta de apoyo a la docencia, elaborando para ello una serie de materiales docentes compatibles con dicha plataforma y con la web.

4) Incentivar a **los alumnos** para que **se impliquen de forma más activa** en su proceso de formación.

5) **Ampliar la perspectiva** de los alumnos en relación a las posibilidades que ofrece el **mundo laboral** para desarrollar su futura actividad profesional.

3. Descripción de la experiencia.

Para conseguir los objetivos propuestos en el proyecto, la experiencia estuvo constituida por tres apartados complementarios.

Un primer apartado consistió en plantear a los alumnos la realización de trabajos, coordinados por un tutor/profesor, relacionados con la materia de la asignatura involucrada. Este apartado, teniendo en cuenta las experiencias anteriores, se llevó a cabo coordinándolo con otras asignaturas y repartiendo lo más posible el trabajo durante todo el curso académico, evitando especialmente la acumulación de trabajo al final del segundo cuatrimestre. Las sucesivas fases fueron las siguientes:

- a) Se asignaron los distintos trabajos durante el primer cuatrimestre. La participación tuvo un carácter voluntario. En esta ocasión, y negociado con los alumnos, el trabajo fue realizado de forma individual.
- b) Los temas tratados correspondieron en algunos casos a aspectos concretos de la asignatura, de forma que el material elaborado pudiera servir de apoyo a la docencia, y en otros a aspectos relacionados con las experiencias de laboratorio.
- c) A medida que se fueron realizando los trabajos, el material elaborado por cada alumno fue puesto a disposición del resto del curso, utilizando para ello las posibilidades del Aula Virtual y la publicación en formato CD-ROM.

El segundo apartado se desarrolló durante todo el curso, y consistió en la elaboración de material de apoyo a la docencia de la asignatura que se fue colocando en el aula virtual alojada en la página web de la UCO, e implementada con la plataforma "moodle". Parte de ese material es el elaborado por los alumnos. Además, durante el primer cuatrimestre, se facilitó a cada uno de los alumnos otro material de apoyo en un CD-ROM editado por nosotros. Esta aplicación informática contenía un tutorial multimedia sobre algunos aspectos de la asignatura, documentos relacionados con temas de la asignatura y un programa de simulación de campos electromagnéticos. Una copia de esta publicación se presenta en el Anexo I y se adjunta un ejemplar con esta memoria.

Como un tercer apartado, el lunes, 29 de abril de 2013, realizamos el viaje de estudios al Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas, en su sede de la Ciudad Universitaria de Madrid. El viaje se enmarca dentro de las actividades de los Proyectos de Innovación Educativa referencias 122042 y 122084, relacionados con las asignaturas de Física del Plasma, Propagación de Ondas Electromagnéticas y Física y Mecánica Cuántica. Además de los responsables de ambos proyectos, Prof. Antonio Gamero Rojas y Prof. José Ignacio Fernández Palop respectivamente, en el viaje participaron 38 alumnos de los cursos 3º, 4º y 5º del Grado y Licenciatura de Física, que cursan dichas asignaturas, así como el prof. Antonio Sola Díaz y alumnos del Tercer Ciclo que se encuentran realizando la Tesis Doctoral en el Departamento de Física y que ayudaron en la organización de la visita.



El traslado lo realizamos en autobús, saliendo de Córdoba a las 6 h de la mañana, y volviendo a las 21 h de la tarde. La comida la realizamos en el comedor del CIEMAT.



Esta actividad, complementaria a los proyectos antes mencionados, se vio potenciada gracias a las buenas relaciones científicas que profesores de nuestro Departamento mantienen con miembros del Laboratorio Nacional de Fusión por Confinamiento Magnético del CIEMAT, centro al que agradecemos el interés mostrado en la organización de la actividad. La visita a estas grandes instalaciones científicas y tecnológicas dio la oportunidad a los alumnos de conocer cómo se organizan y coordinan equipos multidisciplinares para

abordar un estudio de esta envergadura y para la resolución de los múltiples problemas tecnológicos que eso conlleva. Los alumnos pudieron ver 'in situ' unas instalaciones e instrumentación excepcionales relativas a señales electromagnéticas de microondas de alta potencia, comunicaciones optoelectrónicas, grandes equipos de vacío, diagnosis óptica, problemas de compatibilidad electromagnética, generación de grandes campos magnéticos, sistemas de producción de plasmas, aceleradores de partículas, espectrómetros de diversas longitudes de onda, recogidas de datos, sistemas de tratamiento y análisis de datos, etc.

Las actividades de la visita se organizaron en dos grupos: un grupo dirigido por el Prof. José Ignacio Fernández Palop y constituido por alumnos de 3º del Grado de Física que cursan las asignaturas de Física Cuántica I y II y Mecánica Cuántica y otro grupo dirigido por el Prof. Antonio Gamero Rojas y constituido por los alumnos del 4º y 5º curso de la Licenciatura de Física, que cursan las asignaturas de Física del Plasma y Propagación de Ondas Electromagnéticas. A lo largo del día, se visitaron diversas instalaciones del Laboratorio Nacional de Fusión por Confinamiento Magnético. Concretamente visitamos el reactor de fusión nuclear TJ-II, de tipo Stelerator, para la producción de plasmas por confinamiento magnético junto con la sala de control del reactor. También visitamos el Departamento de Materiales, donde conocimos las experiencias en curso para la caracterización de las propiedades de materiales usados en los reactores de fusión, y el acelerador de partículas mediante generador de van de Graaff, que mediante la aceleración de electrones a 2 MeV permite preparar muestras, sometiendo diversos materiales a radiación de partículas para su posterior análisis en el Departamento de Materiales



Durante las diversas visitas, los miembros del CIEMAT nos explicaron algunos aspectos científicos y tecnológicos de los estudios que actualmente se están llevando a cabo. Tanto los alumnos como los profesores encargados, tuvieron la oportunidad de preguntar y discutir con los investigadores del CIEMAT sobre diversos aspectos de los experimentos que se realizan en el CIEMAT y su relación con todo lo que han visto en las clases de teoría y prácticas de las distintas asignaturas de la licenciatura y el grado. La visita ha sido una oportunidad única en la que los alumnos han podido ver la interrelación que existe entre las materias que estudian en las diversas asignaturas de la licenciatura y el grado, en un experimento excepcional como el que se desarrolla en el CIEMAT.

4. Materiales y métodos.

La metodología y temporalización seguidas en la realización de las distintas fases han sido las presentadas en el apartado anterior de "Descripción de la experiencia". El material bibliográfico y de soporte informático ha sido el disponible en el Departamento de Física, en la biblioteca Central de Rabanales y en el Servicio de Informática de la Universidad de Córdoba.

Como apoyo, tanto para los aspectos teóricos como para los prácticos de la asignatura implicada en este proyecto, se ha preparado material docente que o bien se ha repartido en formato CD-ROM (Anexo I) o bien se ha incluido como documentos en la página del Aula Virtual. Parte del material elaborado estaba específicamente pensado para que pudiese ayudar al alumno en la preparación de las sesiones de prácticas antes de entrar en el laboratorio. Este material se ha puesto a disposición de los alumnos en la página de la asignatura, elaborada usando la plataforma 'moodle' para la gestión de recursos didácticos de la universidad de Córdoba, situada en la dirección web: <http://www3.uco.es/moodle/>.

5. Resultados obtenidos y disponibilidad de uso.

Creemos que uno de los resultados más interesantes de esta experiencia es que ha permitido, tanto a los profesores como a los alumnos, trabajar con los recursos y métodos que ofrece un Aula Virtual como herramienta de apoyo a la docencia. El desarrollo de esta experiencia ha implicado por parte de los profesores la elaboración de un material docente de apoyo, que está disponible en la página web del Aula Virtual de la asignatura. Así mismo, parte del material está también disponible editado en formato CD-ROM.

Otro resultado, consecuencia de la experiencia, es que se ha aumentado el contacto profesor-alumno. Por un lado porque se ha hecho un mayor uso de las tutorías, y por otro porque los debates realizados sobre cada uno de los temas también han reforzado dicho contacto. En esta experiencia se ha estimulado la iniciativa personal de los alumnos ya que el resultado final dependía fundamentalmente de su trabajo personal y de su iniciativa.

6. Utilidad.

En términos generales creemos que los resultados obtenidos en el desarrollo de esta experiencia son positivos y contribuyen positivamente a la formación del alumno, tanto desde el punto de vista del contenido científico abordado en el proyecto como desde el punto de vista de las herramientas utilizadas para la realización de los trabajos (búsqueda de información técnico-científica vía internet, posibilidades del Aula Virtual, recursos audiovisuales,...). Lógicamente hay aspectos de esta experiencia que son mejorables y la continuidad futura de la experiencia permitirá ir optimizando la consecución de los objetivos propuestos.

La propia estructura de la experiencia, basada fundamentalmente en el método de trabajo, creemos que la hace fácilmente aplicable en otros contextos docentes, sin más que elegir apropiadamente los temas concretos a desarrollar en los trabajos monográficos y los recursos del Aula Virtual.

7. Observaciones y comentarios.

Un primer inconveniente que puede encontrarse en el desarrollo de una experiencia de este tipo está relacionado con la temporalización de las distintas fases del proyecto. Por una parte, debe evitarse que el desarrollo de los trabajos de los alumnos se acerque en exceso al final del curso, para no sobrecargar a los alumnos en fechas próximas a la época de exámenes. Pero esta consideración ha de ser compatible con que los alumnos tengan ya adquiridos unos conocimientos y una visión de las materias involucradas, de forma que puedan tratar los temas con suficiente perspectiva y elementos de juicio.

Otro inconveniente que puede presentarse es la sobrecarga a la que podemos estar sometiendo a los alumnos con la realización de diferentes trabajos prácticos propuestos en diferentes asignaturas, por otra parte cada vez más usuales. Creemos que este problema puede solventarse en cierta medida con una buena temporalización y con la coordinación entre los distintos profesores de un mismo curso. En cualquier caso, la adaptación en un futuro próximo de nuestro plan de estudios al nuevo Espacio Europeo de Educación Superior esperamos que contribuya a resolver este problema. De hecho, hemos propuesto a la coordinadora de la nueva titulación de Grado realizar reuniones de coordinación por curso de las actividades de los alumnos correspondientes a las distintas asignaturas.

8. Autoevaluación de la experiencia.

Los alumnos han valorado en general positivamente esta experiencia, tal y como se muestra en los resultados de las encuestas presentados en el Anexo II de esta memoria, donde las respuestas están puntuadas de 1 (*muy en desacuerdo*) a 5 (*muy de acuerdo*). Durante la realización del proyecto, los alumnos nos hicieron saber su interés por participar en su desarrollo, pero al mismo tiempo su preocupación por la sobrecarga que les suponía el tener que realizar trabajos monográficos en cada vez más asignaturas de un mismo curso.

Creemos que los distintos trabajos de las diferentes asignaturas pueden terminar siendo recurrentes y reiterativos en lo referente a la formación instrumental y de habilidades, por lo que pueden no contribuir adecuadamente a la formación del alumno. Esto puede ser así sobre todo si se tiene en cuenta el esfuerzo y tiempo invertidos y lo absorbente que puede ser su realización, pudiendo perderse como consecuencia la profundización buscada originalmente en la materia. Todo ello hace que, sin una adecuada planificación dentro de cada asignatura y simultáneamente en el conjunto de todas ellas, pueda llegar a convertirse más en un inconveniente que en un complemento docente.

En cualquier caso se pone de manifiesto que un exceso de carga por los trabajos realizados en las distintas asignaturas puede ser contraproducente. Según las respuestas en las encuestas, este curso los alumnos han realizado de media 6,8 trabajos entre las distintas asignaturas. En definitiva, y fruto también de la experiencia adquirida en proyectos anteriores, entendemos que lo importante es que los trabajos sean un complemento para una mejor formación del alumno, tanto instrumental como de contenido específico, pero que no se deben convertir en la práctica en la carga principal para el alumno. En cierta forma, esto se ve reflejado en los resultados de las encuestas del Anexo II. En el apartado relativo a la realización de trabajos relacionados con la asignatura, lo mejor valorado ha sido 'creo que es

un buen complemento formativo' (4.3). Sin embargo, lo peor valorado fue 'sería interesante que en todas las asignaturas se realizaran trabajos' (3.0).

Por otra parte, como se puede ver también en el Anexo II, en términos generales entre lo mejor valorado ha estado 'sería útil potenciar el uso del Aula Virtual' (4.2),. Por el contrario, lo menos valorado ha sido lo relativo al material en CD-ROM. Estos resultados creemos que no son más que un reflejo de la forma de trabajar de los alumnos. Éstos consideran especialmente interesantes el Aula Virtual y el material digital como nuevos recursos de apoyo a la docencia pero, al mismo tiempo, a la hora de prepararse la asignatura optan fundamentalmente por los apuntes de clase. Un resultado parecido se ha obtenido en años anteriores, cuando se les ha preguntado sobre el uso de material bibliográfico complementario, y que no hemos sabido corregir convenientemente con la introducción de estas nuevas herramientas, por lo que habrá replantear su uso en cursos posteriores.

Especialmente bien valorada ha estado la visita de estudios realizada a centros externos. Los alumnos valoran el interés formativo de la actividad y el haberles abierto sus perspectivas profesionales. Como ya se ha comentado, la visita a estas grandes instalaciones científicas y tecnológicas dio la oportunidad a los alumnos de conocer cómo se organizan y coordinan equipos multidisciplinares, y de conocer también de primera mano la experiencia profesional de antiguos compañeros de licenciatura. En este sentido creemos que es especialmente importante una adecuada elección del centro tecnológico a visitar.

Por último, en cuanto a la carga de trabajo personal del alumno para preparar la asignatura, según las respuestas recogidas, por cada hora de clase presencial han necesitado en promedio 3,1 horas de trabajo. Aunque hay una gran dispersión de respuestas, esto nos parece algo elevado y debería ajustarse algo mejor a los criterios de la adaptación de la carga docente al Sistema de Transferencia de Créditos Europeos (ECTS).

9. Anexo I. Publicación editada en formato CD-ROM.



10. Anexo II. Resultado de la encuesta.

PROPAGACIÓN DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS		Valoración Media (de 1 a 5)
Curso 12/13	Nº encuestas: 6	
El Aula Virtual es una buena herramienta de apoyo a la docencia.		3.7
He utilizado el Aula Virtual durante el curso.		3.0
El material puesto en el Aula Virtual me ha parecido útil e interesante.		3.8
Sería útil potenciar el uso del Aula Virtual		4.2
Material en CDROM es una buena herramienta de apoyo a la docencia.		2.2
He utilizado el material editado en CDROM.		2.4
El material en CDROM me ha parecido útil e interesante.		2.6
Sería útil potenciar la edición de material en CDROM		3.0
Las visitas de estudio, en general,		
me parecen interesantes.		4.3
son un buen complemento formativo.		4.3
creo que amplían mis perspectivas profesionales		5.0
deberían potenciarse por su valor formativo		5.0
Para preparar la asignatura, por cada hora de clase presencial he necesitado 3,1 horas		
La realización de trabajos relacionados con la asignatura		
creo que es un buen complemento formativo		4.3
supone una carga pero compensa el esfuerzo		3.8
El nº de trabajos de las distintas asignaturas realizados este curso ha sido de 6,8		
Sería interesante que en todas las asignaturas se realizaran trabajos		3.0

Córdoba, a 23 de septiembre de 2013.