



MEMORIA DE LAS ACCIONES DESARROLLADAS  
PROYECTOS DE MEJORA DE LA CALIDAD DOCENTE  
VICERRECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y CALIDAD  
X CONVOCATORIA (2008-2009)



❖ **DATOS IDENTIFICATIVOS:**

**Título del Proyecto**

Ensayo del modelo enseñanza-aprendizaje indicado en el informe CIDUA y elaboración de herramientas de autoaprendizaje y autoevaluación en Física

**Resumen del desarrollo del Proyecto**

Se ha trabajado en el modelo de enseñanza-aprendizaje centrada en el alumnado en diversas asignaturas de la licenciatura de Física. Para ello, se han implementado diversas estrategias docentes en las que el estudiante va construyendo su propio aprendizaje. Además, se ha buscado que sea el propio estudiante el que evalúe sus conocimientos y sea consciente de las competencias que ha ido adquiriendo. Las TICs han sido el formato empleado para implementar las distintas estrategias, en particular el trabajo con distintas herramientas WEB y simulaciones Java. Los resultados de estos primeros ensayos han sido satisfactorios, poniendo de manifiesto las fortalezas así como las debilidades del esquema propuesto; el análisis nos ha proporcionado unas propuestas para mejorar aquellas y paliar estas.

	<b>Nombre y apellidos</b>	<b>Código del Grupo Docente</b>
<b>Coordinador/a:</b>	Antonio Sarsa Rubio	055
<b>Otros participantes:</b>	José M. Alcaraz Pelegrina	082
	Pablo Maldonado Jiménez	055
	Manuel F. Sáez Cano	082

**Asignaturas afectadas**

<b>Nombre de la asignatura</b>	<b>Área de Conocimiento</b>	<b>Titulación/es</b>
Mecánica Teórica	Física Aplicada	Física
Electrodinámica Clásica	Física Atómica, Molecular y Nuclear	Física
Física Nuclear y de Partículas	Física Atómica, Molecular y Nuclear	Física
Física Atómica y Molecular	Física Atómica, Molecular y Nuclear	Física

## MEMORIA DE LA ACCIÓN

### 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 fuente: 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 buena calidad.*

### Apartados

#### 1. **Introducción** (justificación del trabajo, contexto, experiencias previas etc.)

La incorporación de la universidad al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) conlleva una modificación sustancial en la concepción de la actividad docente. El objetivo es darle mayor relevancia al aprendizaje en todo el proceso, involucrando de forma más activa a los alumnos, de manera que se motive la curiosidad por los contenidos y se potencie el aprendizaje por medio de la reflexión y el razonamiento. De este modo la actividad docente debe dirigirse hacia una implicación del alumno en el desarrollo y creación del conocimiento de modo que el estudiante termine de desarrollar la capacidad de aprender a aprender que debe haber ido adquiriendo en las etapas previas a la universidad.

El nuevo paradigma docente está basado en la idea de **aprender haciendo**, el estudiante va construyendo su propio conocimiento. Para alcanzar este objetivo, es necesario diseñar una serie de herramientas docentes o procedimientos adaptados a la propia asignatura, los contenidos y competencias que le son propias, a las circunstancias de los estudiantes, tamaño de grupo, repetidores, etc, así como a los medios disponibles.

En el presente proyecto nos hemos planteado trabajar con estudiantes de los últimos cursos de la titulación. Estos son estudiantes altamente motivados, con una formación previa sólida y homogénea y que forman grupos reducidos. A nuestro entender esto nos ha proporcionado unas condiciones muy favorables para poder ensayar estrategias docentes innovadoras. Contamos con estudiantes con un buen conocimiento de las teorías físicas así como con dominio de ciertas competencias, tales como las relacionadas con las TICs, con la búsqueda, análisis y presentación de la información o la resolución de problemas. Así pues, podemos plantear trabajos que impliquen un alto grado de autonomía de los estudiantes, desplazando así el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje aún más al propio alumno.

El desarrollo del trabajo planteado a lo largo del curso 2008/09 constituyó una continuación natural de experiencias previas ensayadas a lo largo del curso anterior. Basándonos en las recomendaciones del Informe de la CIDUA, se adoptó una división del formato de las clases presenciales según el esquema propuesto: Clases de gran grupo, grupo de docencia y grupos de trabajo. En las primeras se imparten clases magistrales donde se abordan los elementos esenciales de la unidad temática en estudio y sus relaciones. En las clases de grupo, se exponen con más detalle aquellos aspectos especialmente difíciles, bien por su complejidad técnica, bien por su alto contenido conceptual. En el informe CIDUA se recomiendan unos intervalos variables para el número de alumnos para cada uno de estos formatos. Debido al número de estudiantes matriculados en las asignaturas en las que se llevó este esquema a la práctica, no fue necesario ningún desdoblamiento de grupo. Finalmente, el tercer tipo de clase presencial, se procedió a la división en grupos de 3 o 4 estudiantes y a la asignación de distintos problemas que debían resolver, tanto en horario de clase como fuera del mismo. A lo largo del curso 2008/09, estas sesiones se llevaron a cabo en las Aulas Interactivas puestas a disposición del profesorado por la Facultad de Ciencias, que disponen

de un ordenador portátil por alumno, pizarra electrónica y una disposición de las mesas apropiada especialmente para el trabajo en grupo. La conexión a Internet de los ordenadores así como la proximidad a la biblioteca de una de ellas, facilita la búsqueda de información por parte de los estudiantes.

Por otra parte, y también en cursos anteriores se inició el desarrollo de “applets JAVA” con simulaciones de comportamiento de sistemas físicos de tipo mecánico que ilustraban los conceptos teóricos enseñados en clase y que permitían abordar casos más complejos que los tradicionalmente estudiados en las correspondientes asignaturas. Estos applets iban acompañados de un correspondiente cuaderno de prácticas, donde se presentaba esquemáticamente la simulación y se planteaba una batería de preguntas a resolver por los estudiantes realizando una batería de simulaciones en distintas condiciones, analizando los resultados y presentando razonadamente las conclusiones.

Con estas experiencias preliminares, se ha comprobado como la implementación de estas innovaciones, proporciona una mayor riqueza de recursos didácticos para trabajar de forma más eficiente las competencias, tanto genéricas como específicas de la titulación, así como disponer de más elementos para su evaluación. Estas actividades han estado bien valoradas por los alumnos. Sin embargo, se han realizado debido al interés particular del profesorado y sin ningún tipo de soporte en forma de proyecto o similar.

## **2. Objetivos** (concretar qué se pretendió con la experiencia)

Los objetivos que nos marcamos en el proyecto fueron

- 1) Mejorar la calidad de la enseñanza potenciando el autoaprendizaje y el trabajo en grupo, llevando a cabo algunas de las indicaciones dadas en el modelo marco de enseñanza-aprendizaje del informe CIDUA. Esto conlleva una innovación en la metodología docente que permite mejorar la práctica y evaluación de las competencias, tanto genéricas como específicas, tal y como se discute en el apartado siguiente.
- 2) Estimular el aprender haciendo, mediante la potenciación de trabajos prácticos concretos, tanto teóricos como experimentales, de modo que se favorezca la asimilación de los contenidos de las materias afectadas.
- 3) Potenciar el uso de las nuevas tecnologías en la enseñanza, tanto en la etapa de aprendizaje mediante la realización de simulaciones de sistemas físicos y mediante la elaboración de herramientas de autoaprendizaje. Utilización del Aula Virtual de la Universidad de Córdoba como una herramienta de apoyo a la docencia donde integrar las actividades docentes y de autoevaluación desarrollados durante el proyecto.

## **3. Descripción de la experiencia** (exponer con suficiente detalle lo realizado en la experiencia)

A lo largo del curso 2008/09 en las asignaturas propuestas, se han llevado a cabo las siguientes actividades:

- a) En las asignaturas de Física Atómica y Molecular y Electrodinámica Clásica, se siguió el esquema propuesto en el modelo CIDUA, con una la estructuración del alumnado mediante una división en gran grupo (todos los alumnos), grupo de docencia y grupo de trabajo, con clases magistrales, desarrollo de explicaciones y trabajo, tanto en grupo como individual sobre unas cuestiones relativas a la unidad temática.
- b) En la asignatura de Mecánica Teórica, se realizaron sesiones prácticas de simulación por ordenador de sistemas mecánicos de interés, como sistemas astronómicos (trayectorias de planetas o cometas) con datos reales o de sistemas complejos de

interés científico actualmente como sistemas no lineales que por su complejidad son difíciles de abordar mediante otros métodos (por ejemplo analíticos) y para los que una visualización ayuda a entender los distintos fenómenos.

- c) En la asignatura de Física Atómica y Molecular, se elaboraron herramientas de búsqueda de información resolución de problemas complejos basados en estrategias Web Quest.
- d) En la asignatura de Física Nuclear y de Partículas se ensayó un sistema de evaluación continua diaria y una evaluación global basadas en el trabajo individual del alumno a lo largo del curso

#### 4. **Materiales y métodos** (describir la metodología seguida y, en su caso, el material utilizado)

- 1) Para la puesta en marcha y desarrollo de la estrategia basada en el modelo CIDUA, el material empleado consistió en la reelaboración de los apuntes del profesor adaptados al esquema de clases magistrales y de grupo de docencia. Para las sesiones de grupo, el método seguido fue el siguiente.
  - a) División del gran grupo en grupos de trabajo de 3 o 4 alumnos. Son los propios alumnos los que hacen los grupos y establecen las reglas de funcionamiento mediante la elaboración de unos estatutos. Se asigna también un rol a cada alumno (portavoces, secretario y jefe) que puede ser fijo o rotatorio
  - b) Para cada unidad temática, se elabora una batería de problemas que han de resolver en grupo los alumnos usando los recursos bibliográficos indicados e Internet así como las tutorías
  - c) Sesión de evaluación:
    - i) Se elige al azar que problema va a exponer cada grupo y el orden de intervención
    - ii) En 10 minutos se resumen los aspectos conceptuales y técnicos más importantes para la resolución del problema así como los resultados y su discusión
    - iii) Se inicia un turno de preguntas, una por cada uno del resto de grupos y del profesor
    - iv) Se califica tanto la exposición del ejercicio, las respuesta a las preguntas planteadas y las propias preguntas que el resto de grupos ha planteado.
    - v) Si la nota es igual o superior a aprobado, es la que mantendrán todos los miembros del grupo, de forma que en el examen no tienen que hacer el problema correspondiente a esa unidad temática y solo deben responder una cuestión de teoría.
  - d) El material empleado consistió en las relaciones de ejercicios repartidas entre los alumnos junto con información adicional también puesta a disposición de los grupos y las Aulas Interactivas I y II de la Facultad de Ciencias en el edificio del Aulario Averroes y en el Edificio de Gobierno ambos en el campus de rabanales. El material disponible en las aulas ya ha sido presentado anteriormente.
- 2) Para las simulaciones se elaboraron una serie de programas en código Java que presenta una buenas opciones para la visualización en pantalla que fueron distribuidos entre los estudiantes a través de CD rom. Se eligió este formato con la idea de que pudiesen trabajar independientemente en su ordenador personal o bien en usando los recursos informáticos de la Universidad, como por ejemplo los ordenadores disponibles en la biblioteca de Rabanales. Con esto, los alumnos podían trabajar aun no disponiendo de conexión a Internet; además, es un formato que nos parece más adecuado para que los estudiantes lo conserven. En total, hemos preparado la simulación de cuatro sistemas físicos: un resorte unido a una barra con y sin rozamiento, el oscilador de VanderPol y un péndulo forzado. Todas las simulaciones están preparadas en JAVA utilizando las librerías Open Source Physics. Los correspondientes programas se colocaron en el sistema moodle de la asignatura para que los alumnos tuviesen acceso a ellos.

- 3) Se desarrollaron Web Quest para adaptadas a algunas unidades temáticas. Esta herramienta es una aplicación Web que permite a los estudiantes centrarse más en la información que en su búsqueda. Además les va guiando de modo sistemático hacia la resolución del problema planteado, aprendiendo una serie de contenidos alrededor de los cuales se organiza la Web Quest. La Web Quest se implementa como un proceso de enseñanza-aprendizaje, orientada en un determinado problema, que proporciona al alumno recursos múltiples para que vaya resolviendo las cuestiones planteadas, desarrollando sus propias dudas e ideas y por tanto construyendo así su propio aprendizaje. Mostramos una figura con una de las Web Quest diseñadas

The image shows three overlapping screenshots of a web browser displaying a 'Web Quest' about spin-orbit interaction. The pages show sections for 'INTRODUCCIÓN', 'MÉTODO', and 'PROCESO'. The content includes diagrams of an atom, mathematical formulas like  $\vec{J} = \vec{L} + \vec{S}$ , and text explaining the Dirac equation and the fine structure constant.

- 4) Elaboración de presentaciones y animaciones por ordenador de algunos contenidos, que por su dificultad conceptual, son difíciles de asimilar por los estudiantes y para los que una visualización puede ser de gran utilidad. Así, por ejemplo, el problema de las colisiones y desintegraciones relativistas afectadas por, entre otros aspectos, la dilatación temporal y su efecto sobre las vidas medias de las partículas de la radiación cósmica, han sido abordados usando estas herramientas informáticas.
- 5) Se han desarrollado cuestionarios de autoevaluación integrados en las plataformas de Aula Virtual de la UCO. Para cada unidad temática se elaboró una batería de preguntas de respuesta múltiple que, tras ser constestadas mostraban a cada alumno su calificación así como todas las respuestas correctas con su correspondiente justificación. No se establecieron límites de intentos ni limitación temporal.
- 6) En la asignatura de Física Nuclear y de Partículas se siguió una estrategia de evaluación continua diaria y una evaluación global del trabajo individual. Para ello, al principio de cada sesión presencial, se pedía a un alumno elegido al azar que hiciera un resumen oral de lo expuesto en la sesión anterior. El resumen es calificado, tanto por los contenidos como en la exposición. Con esto se pretende fomentar el estudio diario y poner en práctica la competencia de análisis y síntesis así como la de presentación de la información. Estas calificaciones tienen un peso importante en la nota final. Para evaluar el trabajo

globalmente, se pedía a los alumnos que elaborasen un *portafolio*, que recogiese todo el material que habían ido elaborando y recopilando a lo largo del curso, desde sus apuntes de clase a tablas de datos nucleares y de partículas elementales o figuras que ilustrasen distintos procesos. El portafolio también puede contener datos de soporte informático, con simulaciones u otro tipo de material puesto a disposición pública por laboratorios internacionales como el CERN de Ginebra <http://public.web.cern.ch/public/> o el Nuclear Data Services de la Internacional Atomic Energy Agency <http://www-nds.iaea.org/>. Para estas actividades no se precisó de ningún material específico.

**5. Resultados obtenidos y disponibilidad de uso** (concretar y discutir los resultados obtenidos y aquéllos no logrados, incluyendo el material elaborado y su grado de disponibilidad)

Los resultados de esta experiencia han sido obtenidos a través de las encuestas anónimas que se les han pasado a los alumnos para conocer de forma directa su valoración de la experiencia así como la utilidad, fortalezas y debilidades que han apreciado.

Analizando las respuestas obtenidas, concluimos que las distintas experiencias puestas en práctica conducen a fomentar el autoaprendizaje de los alumnos, pues ellos se involucran de distinta forma en la construcción del mismo. La disponibilidad de las herramientas diseñadas a través de páginas web o de CD rom, les permite organizar su tiempo de trabajo, y no entra en colisión con la asistencia a otras asignaturas. Evitar este problema nos parece adecuado, pues la presencialidad es un problema para los alumnos repetidores. Los materiales elaborados descritos anteriormente, son específicos para las distintas asignaturas planteadas. Es por esto que su disponibilidad restringe a las unidades temáticas para las que han sido planteados. Sin embargo, la idea sobre la que están contruidos puede ser adaptada, a nuestro entender a cualquier otra. Así, la distribución en distintos formatos de clase presencial, propuesta en el CIDUA y la forma de plantear el trabajo en grupo, propuesta específica de este proyecto docente y detallada en el apartado 4 de la presente memoria puede aplicarse a otras asignaturas. Lo mismo podemos afirmar del sistema de evaluación continua planteado y del portafolio.

Las simulaciones Java se han elaborado para sistemas mecánicos, por lo que son propias de estas asignaturas. Sin embargo, alguna de las rutinas desarrolladas tanto las de resolución de las ecuaciones como las de visualización se podrían emplear tal cual en cualquier otra. Lo mismo sucede con los cuestionarios de uso respuesta múltiple y las aplicaciones WebQuest.

**6. Utilidad** (comentar para qué ha servido la experiencia y a quienes o en qué contextos podría ser útil)

La utilidad de la experiencia ha sido básicamente, poner de manifiesto la posibilidad de implementar un sistema de enseñanza-aprendizaje centrado en el alumno para la titulación de Física. Las nuevas ideas pedagógicas sobre las que se pretenden construir las nuevas titulaciones de Grado en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior, se han de llevar a la práctica de alguna forma. Hasta ahora, y salvo las sesiones de laboratorio, en titulaciones como Física, se había seguido un esquema tradicional de clase magistral. Para implementar este nuevo paradigma docente, es necesario desarrollar y perfeccionar herramientas y procedimientos que lleven a la práctica las nuevas ideas.

Desde este punto de vista, la utilidad ha sido desarrollar un punto de partida que nos permita implementar en la titulación de Física en particular, las nuevas ideas docentes. Estas herramientas y procedimientos serán útiles, en principio, a otras asignaturas de la titulación o de la facultad de Ciencias convenientemente adaptadas a las mismas.

**7. Observaciones y comentarios** (comentar aspectos no incluidos en los demás apartados)

Como se ha puesto de manifiesto, las experiencias desarrolladas en el marco del presente proyecto de innovación docente son una continuación y extensión de ideas previamente experimentadas. Consideramos, sin embargo, que el disponer de un proyecto de este tipo, además de la ayuda económica nos ha supuesto un revulsivo y un acicate a la hora de llevar a la práctica alguna de las ideas que nos van surgiendo a lo largo de la práctica docente. El estímulo del proyecto se ha traducido además, en frecuentes reuniones de trabajo entre los profesores solicitantes del mismo, que han sido de gran utilidad para generar, perfilar e implementar alguna de las experiencias llevadas a cabo, así como de discutir el día a día de las mismas, así como las conclusiones finales y las propuestas de mejora para cursos siguientes.

#### **8. Autoevaluación de la experiencia** (señalar la metodología utilizada y los resultados de la evaluación de la experiencia)

La experiencia ha sido evaluada por los alumnos mediante encuestas y mediante sesiones de discusión sobre la metodología llevadas a cabo en algunas clases. Con respecto a la evaluación de la experiencia por parte de los profesores participantes, esta se ha llevado a cabo mediante reuniones periódicas de trabajo a lo largo del curso académico en las que se exponían los progresos y dificultades. En mayo de 2009, y con motivo de la redacción de la solicitud de renovación del proyecto, se realizó una reunión de trabajo en la que se analizaron los datos de las encuestas a los alumnos y la propia experiencia del profesorado.

Como resultado general, constatamos un alto grado de satisfacción con la experiencia así como el convencimiento de los solicitantes, de que esto supone un punto de partida. Es nuestra intención, mejorar alguno de los procedimientos, intentar aplicarlos al conjunto del temario y pensar en su adaptación a cursos anteriores (todas las asignaturas son de segundo ciclo). El reto más inmediato es profundizar en los mecanismos de evaluación y conseguir que el alumno sea capaz no solo de adquirir sus propios conocimientos sino tomar conciencia de su grado de adquisición, es decir saber en que contexto y nivel se encuentra así como valorar si su aprendizaje ha sido válido y adecuado a sus necesidades.

#### **9. Bibliografía**

La bibliografía ha sido esencialmente los libros de texto y manuales de las asignaturas consideradas así como la documentación básica del EEES, <http://www.uco.es/organizacion/eees/documentos-basica.html>  
<http://www.uco.es/organizacion/eees/documentos-otros.html>

#### **Lugar y fecha de la redacción de esta memoria**

En Córdoba a 30 de Septiembre de 2009