



**MEMORIA DE LAS ACCIONES DESARROLLADAS.  
PROYECTOS DE MEJORA DE LA CALIDAD DOCENTE.  
VICERRECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y CALIDAD.  
XII CONVOCATORIA (2010-2011)**



**DATOS IDENTIFICATIVOS:**

**1. Título del Proyecto** Ensayo del modelo enseñanza-aprendizaje indicado en el informe CIDUA y elaboración de herramientas de autoaprendizaje, autoevaluación y evaluación entre pares en Física

**2. Código del Proyecto** 102015

**3. Resumen del Proyecto**

Se pretenden implementar acciones de enseñanza-aprendizaje enmarcadas en el informe CIDUA. Por un lado, la utilización de simulaciones por ordenador para que los alumnos (en grupos pequeños) puedan "observar" fenómenos físicos y vayan adquiriendo los conceptos físicos ligados a dichos fenómenos. Por otra parte, se profundizará en el desarrollo de actividades de autoevaluación y evaluación entre pares con ayuda de las nuevas tecnologías. Se pretenden fomentar las competencias de aprendizaje a lo largo de la vida a partir del autoaprendizaje y autoevaluación. Se incide en la necesidad de elaborar por parte de uno mismo instrumentos que le permitan calibrar su grado de comprensión de la materia y detectar posibles lagunas y errores que deban corregir. Las actividades propuestas pretenden que los alumnos desarrollen a través de la práctica el análisis crítico de los conocimientos y habilidades.

**4. Coordinador del Proyecto**

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Categoría Profesional
Antonio J. Sarsa Rubio	Física	055	Profesor Titular Universidad

**5. Otros Participantes**

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Categoría Profesional
José M. Alcaraz Peregrina	Física	082	Profesor Asociado
Pablo Maldonado Jiménez	Física	055	Profesor Sustituto Interino
Manuel F. Sáez Cano	Física	082	Profesor Titular Universidad

**6. Asignaturas afectadas**

Nombre de la asignatura	Área de conocimiento	Titulación/es
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.)

##### *Justificación*

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.

##### *Contexto*

En el presente proyecto nos hemos planteado trabajar con estudiantes de los últimos cursos de la titulación de Ciencias Físicas. 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.

##### *Experiencias previas*

Desde el curso 2008/09 se han venido desarrollando experiencias de enseñanza-aprendizaje inspiradas en las recomendaciones del Informe 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. Estas sesiones han llevado a cabo en las Aulas Interactivas puestas a disposición del profesorado por la Facultad de Ciencias y en las Salas de Ordenadores de las que disponen los Laboratorios de Prácticas asignados a la titulación de Física. Se dispone, pues, 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. Asimismo se cuenta con compiladores e intérpretes de los lenguajes de programación (Fortran y Java) empleados por los profesores participantes en el presente proyecto para desarrollar las actividades descritas a continuación.

Desde cursos anteriores al 2008-09 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.

En el curso 2009-10 se inició la elaboración de una serie de programas informáticos en FORTRAN en los que, por un lado se implementaba la solución de alguno de los modelos planteados en las clases magistrales y por otro se trataban casos más realistas. Por la complejidad matemática de los modelos Físicos empleados en las asignaturas involucradas en el presente proyecto, estas soluciones no se pueden completar sin recursos computacionales.

En el curso 2009-10 se llevó a cabo la experiencia “Elaboración y edición de una revista científica” en la que los alumnos escribían un artículo donde se describía algún aspecto (teórico o experimental) relacionado con la asignatura Física Nuclear y de Partículas. Los trabajos se presentan siguiendo un formato de una revista de investigación y los propios alumnos realizaron un proceso de revisión anónima entre pares (*peer review*) de los trabajos presentados. Los artículos aceptados, una vez revisados, se editaron en forma de revista. Se deja libertad para que los trabajos se presenten en español o en inglés.

Con estas experiencias previas, 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

- A) 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.
- B) 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.
- C) 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.
- D) Desarrollar instrumentos de evaluación de las actividades y del aprendizaje. Fomentar la participación del alumno en la elaboración de estos instrumentos haciéndole ver las herramientas empleadas y los objetivos que se persiguen con estos procedimientos de evaluación.
- E) Trabajar la competencia de “resolver problemas” más allá de los casos elementales o resolubles aplicando las técnicas algebraicas y de análisis matemático que ha empleado hasta ese momento de su formación. Con las actividades propuestas se aplican nuevas herramientas para resolver problemas que los estudiantes aprenden a través de su uso en las actividades propuestas y pueden desarrollar y mejorar.
- F) Dar a conocer a los estudiantes de último año de una carrera científica la forma en que progresa la ciencia en el mundo, involucrándolo a los alumnos en la presentación, evaluación y publicación de resultados así como de su difusión mediante congresos especializados.

## 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:

- 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.
- 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.

- En la asignatura de Física Nuclear y de Partículas se continuó con la experiencia de edición de Revista Científica con un sistema de evaluación y autoevaluación basado en el conocido método de evaluación inter-pares (*peer review*) empleado comúnmente en las revistas científicas. Se elige uno de los alumnos de la titulación para que haga las funciones de ayudante del editor de la revista. El editor es el profesor de la asignatura. Una vez elegidos los trabajos por los alumnos y antes de su culminación, se dedicó una sesión a la presentación por parte de los estudiantes de los trabajos que estaban realizando. Para ello, se siguió un formato análogo a de los *Work-Shops* científicos usuales, con un tiempo de presentación seguido de un turno de preguntas de los compañeros, ejerciendo el profesor de *chairman* de la sesión. Tanto los trabajos científicos de la revista como las presentaciones se podían hacer en español o en inglés.
- En las asignaturas de Física Atómica y Molecular y Electrodinámica Clásica, se plantearon cuestiones a resolver que requerían la búsqueda de información en laboratorios científicos y centros tecnológicos internacionales (CERN, IAEA, NIST, LANL, etc)
- En la asignaturas de Física Nuclear y de Partículas y Física Atómica y Molecular se elaboraron prácticas por ordenador. Los alumnos debían de obtener propiedades físicas (espectros energéticos, vidas medias, tamaños y separaciones medias, etc) de sistemas atómicos, moleculares y nucleares usando una serie de programas informáticos que se le proporcionaban siguiendo los pasos marcados en un guión de prácticas.

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

- 1) Programas en código Java distribuidos 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.
- 2) Relaciones de Problemas cuya solución requiere trabajo en grupo y utilización de las nuevas tecnologías de la información y recursos computacionales
- 3) Aulas Interactivas I y II de la Facultad de Ciencias y Salas de Ordenadores de los Laboratorios de Prácticas asignados a la titulación de Física
- 4) 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.
- 5) En la asignatura de Física Nuclear y de Partículas y para la evaluación global de la asignatura 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.

- 6) Edición de una revista “Física Nuclear y de Partículas” donde se recogen todos los trabajos de investigación realizados por los alumnos. Se exige un formato fijo (Título, Autor, Resumen, Introducción, Método, Resultados, Conclusiones, Bibliografía) con una extensión de 4 páginas a doble cara siguiendo el modelo de *Physical Review Letters*. Se edita una tirada de varios ejemplares para repartir entre los participantes de la experiencia y distribuir entre los colegas (otros profesores del área en otras universidades, Sevilla, Granada, Barcelona, Valencia). El alumno que hace de asistente diseña la portada. Se adjunta a esta memoria los dos números de la revista editados hasta el momento.

**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.

En general, la satisfacción del alumnado con las distintas acciones es elevada y consideran que han contribuido en el aprendizaje de las asignaturas y a trabajar y mejorar su grado de adquisición de las diferentes competencias. Igualmente los alumnos han valorado positivamente la distribución temporal de las actividades, que ha sido a lo largo del curso, finalizando un mes antes de la conclusión del cuatrimestre, por lo que no interfiere con trabajos finales de otras asignaturas ni con la preparación de los exámenes. Como debilidad, los estudiantes apuntan que hubieran preferido disponer de más tiempo para estas actividades.

Los materiales elaborados descritos anteriormente, son específicos para las distintas asignaturas planteadas. Es por esto que su disponibilidad se 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, por ejemplo, la edición de la revista se podría ampliar para abarcar otros temas además de la Física Nuclear y de Partículas.

Las simulaciones Java se han elaborado para sistemas mecánicos y los programas FORTRAN para átomos, moléculas y núcleos. Sin embargo, alguna de las rutinas desarrolladas tanto las de resolución de las ecuaciones como las de visualización y presentación de resultados se podrían emplear tal cual en cualquier otra.

**6. Utilidad** (comentar para qué ha servido la experiencia y a quiénes 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 2010, 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.

En mayo de 2011, y con motivo de la nueva convocatoria de proyectos de mejora de la calidad docente de la Universidad de Córdoba, los profesores participantes en el proyecto, mantuvimos una serie de reuniones y conversaciones sobre la experiencia. Como resultado de

las mismas y teniendo en cuenta la situación actual del nuevo Grado de Física con la extinción paulatina de la licenciatura, se decidió replantear el proyecto de mejora de la calidad docente para los próximos cursos en base a las siguientes consideraciones.

- En 2011-12 comienza el segundo curso del grado de Física en la Universidad de Córdoba.
- Las actividades propuestas hasta ahora se han enmarcado dentro de la Licenciatura, con sus semejanzas y diferencias con los nuevos grados
- Todas las asignaturas involucradas en el presente proyecto y los anteriores se mantienen en el Grado con la misma duración y contenidos y se imparten a partir del curso 2012-13.

Por tanto, y a partir de los resultados y conclusiones de las actividades de mejora de la calidad docente realizadas desde 2008 y descritas en la presente memoria, y de la experiencia en el Grado en el curso anterior y del presente 2011-12 de los profesores participantes, creemos conveniente plantear un cambio cualitativo en nuestra actividad. Así, más que profundizar y mejorar ciertos aspectos de las acciones planteadas, originalmente desarrolladas para una Licenciatura, creemos que es más interesante estudiar su transformación para los nuevos grados en los que estamos inmersos.

Por ello, hemos abierto un periodo de reflexión en nuestro grupo en el que planteamos cuales son las necesidades de los estudiantes en la nueva titulación de Grado y como podemos responder a ellas aprovechando las acciones de mejora de la calidad docente realizadas hasta ahora. La satisfacción con los resultados obtenidos en las mismas, nos lleva a pensar que, tras este periodo de reflexión, no vamos a proponer una ruptura con lo hecho hasta ahora, sino más bien una adaptación a las particularidades del Grado de Física en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Córdoba. Nuestro esfuerzo se orientará a reforzar los aspectos positivos logrados a través de las distintas acciones así como adaptarlas al Grado, que presenta una organización docente diferente de la de la Licenciatura y contempla unos elementos que no estaban incluidos en nuestras titulaciones.

## **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**

Córdoba a 30 de Septiembre de 2011