



MEMORIA DE LAS ACCIONES DESARROLLADAS
PROYECTOS DE MEJORA DE LA CALIDAD DOCENTE
VICERRECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y CALIDAD
IX CONVOCATORIA (2007-2008)



❖ **DATOS IDENTIFICATIVOS:**

Título del Proyecto

Análisis y Evaluación del Aprendizaje en Química Física. Adaptación de las asignaturas de Química Física Avanzada y Experimentación en Química Física de la Titulación de Química al EEES.

Resumen del desarrollo del Proyecto

El proyecto "Análisis y Evaluación del Aprendizaje en Química Física. Adaptación de las asignaturas de Química Física Avanzada y Experimentación en Química Física de la Titulación de Química al EEES" se ha desarrollado conforme a las pautas fijadas en la propuesta inicial.

El profesorado que ha impartido la materia docente relativa al proyecto ha estado en permanente contacto y se ha reunido varias veces a lo largo del curso con los profesores y personal colaborador que subscribieron el citado proyecto. En estas reuniones se ha informado de la actividad realizada y se han discutido las diferentes vías a seguir para la continuación de las actividades, acordando finalmente los puntos más importantes de los posibles cambios con respecto a la idea original del proyecto.

A la vista de los resultados, se ha decidido continuar trabajando en el mismo sentido en el presente curso académico para lo cual se ha solicitado un nuevo proyecto haciendo énfasis en el diseño de actividades dirigidas para la adquisición de competencias por los estudiantes.

	Nombre y apellidos	Código del Grupo Docente
Coordinador/a:	M ^a Teresa Pineda Rodríguez	055
Otros participantes:	Manuel Blázquez Ruiz	055
	José Manuel Sevilla Suárez de Urbina	055
	Rafael Madueño Jiménez	055
	Alfonso J. Viudez Navarro	055
	Daniel García Raya	055

Asignaturas afectadas

Nombre de la asignatura	Área de Conocimiento	Titulación/es
Química Física Avanzada Experimentación en Química Física	Química Física Química Física	Química Química

MEMORIA DE LA ACCIÓN

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

El presente proyecto se plantea dentro del contexto actual de cambio desde la enseñanza tradicional en la Universidad, particularmente en lo que se refiere a la enseñanza de la Química Física en el segundo ciclo de la Licenciatura de Química, hacia el nuevo marco del Espacio Europeo de Educación Superior.

Como punto de partida se adopta el estado actual de la enseñanza en la Facultad de Ciencias de la UCO que viene desarrollando un Plan Piloto de Adaptación al EEES de manera progresiva, encontrándonos el curso 2007/08 en el cuarto año y, por tanto, la asignatura Química Física Avanzada (4º Curso de Química) se imparte por primera vez dentro de este Plan, mientras que la asignatura Experimentación en Química Física (5º Curso de Química) se imparte según el modelo tradicional.

La idea básica del Proyecto ha sido examinar tanto la metodología docente como los contenidos con el objeto de detectar las dificultades que encuentran los estudiantes a la hora de asimilar los conceptos fundamentales e imprescindibles de esta materia. Asimismo, se han incluido nuevas herramientas de apoyo a la docencia con un doble objetivo: por una parte, facilitar la comprensión de la materia por parte de los estudiantes, a la vez que se hace más atractiva y, por otra, eliminar algunas metodologías que suponen un gran consumo de tiempo a los estudiantes sin generar un aprendizaje en consonancia con el esfuerzo invertido [1-3].

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

El objetivo principal del presente proyecto ha sido llevar a cabo un estudio sistemático de la metodología docente utilizada en la enseñanza de las materias de Química Física de segundo ciclo de la Licenciatura de Química y su adaptación a los nuevos sistemas de enseñanza-aprendizaje que se contemplan en el marco de adaptación al EEES, encaminado a la mejora del rendimiento académico por parte de los estudiantes.

La materia se encuentra distribuida en dos asignaturas troncales: Química Física Avanzada (4º Curso) y Experimentación en Química Física (5º Curso). Es interesante destacar que ambas asignaturas presentan el requerimiento para el estudiante de haber superado las materias troncales y obligatorias del área, correspondientes al primer ciclo (el requisito se hace valer sólo en el momento de la calificación). A pesar de ello, el estudiante puede cursar la materia sin cumplir tal requisito y el hecho es que se encuentra un alto porcentaje de alumnos que simultanea las materias de primer y segundo ciclo con el consiguiente problema para seguir el curso.

Como se indicó en la propuesta del proyecto, se ha realizado un estudio conjunto de estas asignaturas que abarca tanto la parte teórica que se imparte en Química Física Avanzada (5.5 Créditos) como la parte práctica correspondiente a esta asignatura (2 Créditos) y a Experimentación en Química Física (5 Créditos). Al tratarse de asignaturas troncales, se supone que el alumno posee unos conocimientos previos de la materia a tratar que le deben permitir asimilar los contenidos asignados. Sin embargo, como se señala en el párrafo anterior, muchos estudiantes, aunque hayan cursado la materia correspondiente no la han aprobado y, por tanto, el profesor se encuentra al principio de curso con una alta heterogeneidad en la formación del alumnado con el que tiene que trabajar. Bajo estas condiciones, es necesario tomar conciencia del problema y una posible solución puede suponerse que es la atención personalizada a estos alumnos. El primer paso a seguir, entonces, es el conocimiento del problema por parte del profesor. No obstante, esta información no es facilitada normalmente de manera institucional y es necesario establecer un mecanismo que permita conocer este hecho sin que ello suponga entrar en ningún tipo de conflicto. Sin embargo, conocer el problema no es la solución en sí mismo, ya que el hecho real es la ausencia de formación en la materia y, al mismo

tiempo, el derecho del estudiante a cursar las asignaturas. Así, es necesario hacerse cargo de este hecho y trabajar específicamente con estos estudiantes en aspectos que permitan que puedan asimilar progresivamente los conceptos y al mismo tiempo despertar en ellos la curiosidad y, si es posible, la necesidad personal de abordar la materia atrasada y organizar su propio itinerario o currículo.

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

La asignatura Química Física Avanzada se imparte en el 2º cuatrimestre de 4º curso de la Titulación de Química dentro del actual Plan Piloto que desarrolla la Facultad de Ciencias, y constituye una materia troncal de 7.5 créditos LRU (6.7 créditos ECTS). Esta asignatura se ha impartido durante el curso 2007/08 por primera vez en la modalidad de crédito europeo dentro del Plan Piloto de Adaptación al EEES. Así, se ha partido de la guía docente elaborada con anterioridad (puede encontrarse en la dirección web: <http://www.uco.es/organiza/centros/ciencias/grados/quimica/index.html>) y en la que se recogen los puntos más destacados, no sólo del programa teórico y práctico de la asignatura, sino también aspectos relacionados con las competencias tanto transversales como genéricas que se deben adquirir por parte del estudiante al finalizar la asignatura, así como una temporalización de la actividad docente.

En este sentido, las estrategias de enseñanza dentro del proceso de adaptación al crédito europeo ECTS dirigidas a *Grupos Básicos de docencia* (25-50 alumnos) abarcan varios formatos dentro de la asignatura:

- a) clases magistrales (13 semanas x 3 hrs/semana),
- b) prácticas de laboratorio (14 hrs en 4 sesiones) y,
- c) actividades dirigidas (14 semanas x 1 hr/semana) de tipo presencial que el alumno aborda de manera individual o en grupos de 2-3 personas para la resolución de cuestiones donde se cuenta con material de apoyo y consulta.

Dado que se trata de un plan piloto, y no ha habido un cambio en el Plan de Estudios de la Licenciatura, el programa teórico no se ha cambiado con respecto al que se impartía en los últimos cursos. No obstante, se ha realizado un gran esfuerzo en delimitar la materia que es esencial para la comprensión y asimilación óptima de la asignatura y ésta se ha impartido en las clases magistrales dirigidas al grupo completo de los alumnos de la asignatura. De esta forma, en cada lección se ha extraído una parte que se ha considerado que el estudiante puede trabajarla individualmente o en equipo, bien bajo la supervisión del profesor en las clases dedicadas a actividades dirigidas presenciales, o bien como trabajo personal que el estudiante debe realizar en un tiempo limitado y prefijado cuando se les entrega por el profesor después de haber finalizado la impartición de los conceptos fundamentales.

Las actividades dirigidas no constituyen exámenes sino ensayos y una puesta en práctica de los conocimientos específicos de la asignatura y desarrollo de habilidades por parte del alumno que le permita trabajar estrategias para resolver las dificultades surgidas en una sesión de 1 hora mejorando su capacidad de síntesis. En ellas el alumno es el protagonista y se le permite abordar casos particulares donde ha de aplicar sus conocimientos adquiridos pero enfocándolos de manera que desarrolle su capacidad crítica y de abstracción. Esta misma actividad asignada en pequeños grupos permite desarrollar la sinergia entre sus miembros y la resolución de problemas en equipo.

Las secciones de prácticas de laboratorio se han realizado en dos direcciones. Por una parte, el alumno de primera matriculación ha seguido el programa de prácticas señalado más arriba y que consiste en la resolución de tres ejercicios prácticos relacionados con las técnicas experimentales y teóricas que se estudian en el programa teórico de la asignatura. Por otra parte, se ha formado un grupo de alumnos repetidores a los que se les

ha ofertado un programa de prácticas y/o actividades dirigidas que ha tratado de cubrir los aspectos más importantes de los contenidos de la asignatura que se consideran fundamentales y que se ha podido comprobar que no fueron asimilados, siendo por tanto el motivo de que repitieran la asignatura.

Esto ha constituido un paso más allá hacia el diseño de actividades dirigidas que potencien la adquisición de competencias generales y específicas en la asignatura y se ha llevado a cabo introduciendo durante este curso académico el denominado: “*laboratorio abierto*”. Estas actividades de carácter presencial y no presencial son proyectos cortos que van dirigidos a *Grupos de trabajo* (<10 alumnos por sesión) en su modalidad presencial y donde se requiere la comprensión y reflexión del caso propuesto, la identificación del modelo para interpretar los resultados y la discusión de las aproximaciones del estudio analizado, así como la respuesta a cuestiones de tipo crítico (nivel básico, medio y avanzado). Todo esto se desarrolla con la ayuda de artículos, cuestiones o textos relacionados con la asignatura, extraídos de la literatura científica, que han sido publicados para su utilización en la enseñanza del grado de Química.

Este tipo de actividades requiere no sólo la emisión de un informe crítico sino la aplicación a sistemas moleculares similares que permitan profundizar en el modelo propuesto, con la consiguiente necesidad de mejorar la competencia en la búsqueda, consulta y tratamiento de las fuentes de información y manejo de software de cálculo.

Como se ha comentado, el laboratorio abierto ha ido dirigido a grupos de alumnos repetidores con el objeto de facilitar su implicación en la realización de este tipo de actividades dirigidas dentro del modelo de enseñanza-aprendizaje en que el alumno es el eje en el proceso de resolución del problema, búsqueda de vías de información, tratamiento y análisis crítico para la adquisición de destrezas y habilidades en este ámbito con la autorización del profesor.

En este modelo se ha ofrecido un formato de asistencia flexible dentro de las sesiones propuestas enfocado al tipo de alumnado, que al tratarse de alumnos repetidores, les suele resultar difícil seguir un modelo docente “convencional”. Una vez abierta la sesión, el grupo máximo de personas por sesión fue de 8-10 personas, pudiendo realizar un aprovechamiento temporal parcial de dicha sesión o total según se adecue a sus necesidades particulares y los objetivos marcados por el alumno con la supervisión del profesor.

Para complementar la asignatura se ha contado con una página en el Aula Virtual en la plataforma virtual de la UCO (Moodle) donde además de la información general del curso (guía docente, calendario de prácticas y exámenes, convocatorias, temas, problemas, actividades dirigidas resueltas y exámenes, etc.) se ha colgado puntualmente la información relacionada con la actividad a realizar y el formato del informe a cumplimentar, junto con el software de cálculo que el alumno podrá usar en las sesiones presenciales o no presenciales.

Como conclusión general se puede decir que los alumnos han realizado una media de 2-3 sesiones con una dedicación comprendida entre las 4 y 12 horas de trabajo presencial, donde desarrollan el proyecto programado de manera aceptable. En cualquier caso, el alumno manifiesta su dificultad para abordar este nuevo tipo de actividades y cambiar hábitos adquiridos, donde se trabaja la capacidad crítica, la resolución de preguntas aplicadas a un problema experimental y el aplicar un modelo y buscar la información necesaria para completar el informe final.

Las actividades se han evaluado de manera que se informa al alumno de los posibles errores o deficiencias en alguna de las competencias o habilidades. En este punto, se ha visto importante la introducción de una encuesta posterior a la realización de la actividad donde queden reflejadas las inquietudes y se realice un “*input*” por parte del alumno que permita la adecuación de estas actividades y su mejora continua.

En cuanto a la asignatura Experimentación en Química Física que, como se ha señalado más arriba, se imparte en el primer cuatrimestre de 5º curso, hay que señalar que

durante el curso 2007/08 se ha impartido según el modelo tradicional, y no será hasta el curso 2008/09 que se comience con su adaptación al crédito europeo. No obstante, se han realizado modificaciones sustanciales con respecto a la metodología docente empleada en la impartición de la misma.

Así, esta asignatura supone junto con otras similares como son Experimentación en Química Inorgánica, Experimentación en Química Orgánica y Laboratorio de Química Analítica Avanzada, todas ellas en el 5º curso de Química, la última experiencia práctica que adquiere el alumno antes de finalizar sus estudios. Además, estos laboratorios constituyen entre todos lo que las directrices del plan de estudios adscriben al laboratorio integrado en el que se supone la ejecución individual de un proyecto práctico de aplicación a algún problema real de Química por parte del alumno. Sin embargo, en la mayoría de nuestras universidades, no se ha llevado a cabo esta cuestión en la forma en que viene descrita en tales directrices y simplemente se realizan prácticas de laboratorio de mayor o menor complejidad, sin que ello suponga un cambio en la metodología que el alumno viene siguiendo desde su primer curso en la universidad.

Todo esto se hace más notable cuando los alumnos, utilizando los programas de movilidad Erasmus, viven experiencias diferentes en otros países de Europa y, por otra parte, cuando el profesorado profundiza en la filosofía de los nuevos Grados o Postgrados. De esta manera queda patente que la realización de un trabajo práctico siguiendo un protocolo en el que se diseña punto por punto un experimento no es suficiente para demostrar las capacidades y habilidades del titulado superior, sino que es necesario que haya experimentado la realización de un trabajo experimental empezando por el planteamiento del mismo, el diseño experimental, la realización práctica, la elaboración de una memoria o informe y la presentación oral de los resultados.

En este sentido, se ha introducido el concepto de Proyecto en Química Física que consiste en un trabajo que abarca las etapas que se mencionan en el párrafo anterior. Este trabajo se ha podido realizar tomando ventaja del hecho de que los grupos de prácticas autorizados por nuestra Universidad son de 25 alumnos. Así, cada grupo de 25 alumnos (en el presente curso los grupos se hicieron con 22 alumnos) se divide en parejas y a cada una de ellas se les entrega un proyecto que deben realizar en las 50 horas que se dedican a la impartición de la asignatura. En este tiempo, los alumnos deben estudiar el problema a resolver, plantearlo, diseñar la parte experimental, realizar el experimento, escribir un informe que recoja los resultados y la discusión de los mismos, extraer conclusiones y preparar una exposición oral. El trabajo se hace bajo la supervisión directa del profesor de la asignatura manteniendo en todo momento un ambiente de discusión de las dudas que se le puedan presentar a los alumnos y, por último, en una sección de trabajo se exponen los trabajos en presencia de todo el grupo de estudiantes, el profesor de la asignatura y algunos profesores y estudiantes de doctorado que son invitados a tal efecto. Después de cada exposición se establece un tiempo para discusión participando en ella todos los presentes. Previamente, se ha intentado involucrar a los estudiantes en los trabajos de otros grupos para que ellos puedan intervenir en la discusión de los trabajos ajenos. Además, se les hace saber de antemano que la participación activa en la discusión puede considerarse como un punto positivo a la hora de la evaluación del propio trabajo.

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

Aunque parte de la metodología seguida para la impartición de la docencia objeto de este proyecto ha quedado reflejado en el apartado 3, se puede añadir en este punto una referencia a la utilización del material docente empleado como novedad con respecto al que se viene utilizando con anterioridad en estas mismas asignaturas.

Así, cabe destacar la utilización de Bibliografía en lengua inglesa. En particular, los trabajos utilizados para el laboratorio abierto y los proyectos en Química Física se han tomado de la revista *Journal of Chemical Education*. Esta revista, como es conocido en

todos los ámbitos de la Química, se encarga de publicar material docente que ella misma clasifica según el nivel de dificultad que conlleva su realización y comprensión. En principio, cuando se trata de artículos con desarrollo experimental en laboratorio, el artículo, dividido en las secciones de Introducción, Experimental, Resultados y Discusión y Bibliografía, expone de manera clara los pasos a realizar para llevar a cabo el trabajo pero no especifica la receta a seguir. De esta manera, los estudiantes tienen que diseñar el experimento enfrentándose a manejar procedimientos que ellos mismos deben localizar, bien en libros de texto o consultando a personas que puedan conocer el tema. En este punto, la utilización de la herramienta Internet, incluyendo tanto las bases de datos científicas, los libros electrónicos, así como cualquier fuente de información que haya disponible en la red, se ha demostrado de una gran utilidad en este sentido. La instalación de un pequeño aula de informática junto al Laboratorio de Prácticas de Química Física con 5 ordenadores personales así como la existencia de red WiFi en las instalaciones del Campus permiten la utilización de esta herramienta de manera fácil.

Una vez realizada la parte experimental del proyecto, se procede a la elaboración del informe, donde se incluye la descripción del experimento, los resultados y la discusión de los mismos.

Aunque en principio se ha pensado en la ejecución de un proyecto por grupo, en ocasiones algunos estudiantes terminan antes del tiempo de que se dispone para la realización de los mismos. En estas ocasiones se adjudica un nuevo proyecto de un tamaño apropiado para ocupar el resto del tiempo disponible.

Otra modalidad de proyectos es aquella que consiste en la resolución de problemas mediante la utilización de programas de cálculo. En este sentido, se utilizan los programas Mathcad y Origin que los alumnos vienen utilizando ya desde el tercer curso de la Licenciatura en asignaturas como Química Física perteneciente también a nuestro área de conocimiento.

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)

Al finalizar el curso académico los componentes del grupo docente que ha realizado el presente proyecto de mejora docente se ha reunido para sacar conclusiones de los resultados obtenidos. La sensación de todos los miembros del grupo es que ha sido una experiencia muy positiva a la vez que gratificante. No obstante, se encuentran problemas que son difíciles de superar y que casi siempre están relacionados con la preparación previa de los estudiantes y con la falta de dedicación de estos a las asignaturas que estamos tratando. Sin embargo, esta falta de dedicación no siempre obedece a una falta de motivación sino más bien al hecho de que la mayoría de los alumnos que se matriculan en estas asignaturas lo hacen en otras de diferentes cursos y ello les ocasiona problemas de compatibilidad de horarios. Además, al encontrarse estas materias al final de la Licenciatura, muchos estudiantes intentan abarcar más créditos de los que son recomendables para acometer en un solo curso ya que su único objetivo es finalizar los estudios en un breve plazo. Estos hechos nos hacen reflexionar sobre la estructura de los estudios en la forma actual y cómo debemos actuar a la hora de transformarlos en los nuevos planes de estudio que están próximos.

Así, una conclusión general de esta experiencia es que el estudiante responde positivamente a los cambios cuando éstos le sirven para facilitar su aprendizaje y que el hecho de utilizar nuevas herramientas le motiva a realizar un trabajo serio y responsable. No obstante, al tratarse de una experiencia puntual que se lleva a cabo en una proporción de materia pequeña en comparación con el total de la carrera (12.5 Créditos) no deja de resultar simplemente anecdótico.

Por otra parte, el profesorado que ha realizado la experiencia, así como el resto de integrantes del grupo docente que ha colaborado de una forma activa en ella, encuentran

que es muy gratificante. El esfuerzo y el tiempo dedicado a la realización de la misma es muy superior al que se hubiera dedicado en el contexto de los cursos anteriores.

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

Desde el punto de vista de los integrantes del grupo docente que ha llevado a cabo la ejecución de este proyecto, los primeros beneficiarios de esta experiencia son los estudiantes. Por una parte, porque han contado con una atención personalizada que les ha permitido aprender día a día, durante el curso, y ello les ha facilitado la obtención de un buen resultado también en las calificaciones obtenidas al final del curso. Por otra parte, los estudiantes repetidores han contado con la posibilidad de abordar la asignatura, no teniendo que repetir exactamente el trabajo del curso anterior, sino profundizando en los aspectos que quedaron sin asimilar y añadiendo nuevas perspectivas que habían pasado inadvertidas para ellos.

No obstante, la experiencia no es completamente positiva ya que no son pocos los alumnos que no consiguieron pasar la asignatura. Aunque no se ha podido hacer un estudio individual, puede decirse que la mayoría de estos estudiantes tenían el problema citado más arriba de la sobresaturación de materias y la simultaneidad de cursos.

Por último, queremos destacar que la experiencia de trabajar en pequeños grupos, interaccionar directamente con los alumnos en todos los estadios del aprendizaje, resulta de una gran utilidad también al profesor ya que le permite cambiar sus metodologías y adaptarlas a las nuevas capacidades de los estudiantes actuales.

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

A la vista del desarrollo del presente proyecto y de la consecución parcial de los objetivos, debido por una parte a la gran cantidad de alumnos repetidores sobre todo en la asignatura de Química Física Avanzada, se pretende continuar con esta experiencia en el próximo curso académico 2008/09. Asimismo, se ha redactado un nuevo proyecto dirigido a las mismas asignaturas que el presente, pero haciendo esta vez énfasis en el diseño de nuevas actividades dirigidas para la adquisición de competencias. Este proyecto, de ser aprobado por el organismo correspondiente constituirá la segunda fase del presente proyecto.

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

Desde el punto de vista de los ejecutores del proyecto la experiencia puede considerarse como POSITIVA. Se han utilizado herramientas nuevas en la enseñanza de materias clásicas. Así, el uso de material docente en lengua inglesa, la utilización de bibliografía variada más allá de los libros de texto clásicos, la conexión a Internet en el propio laboratorio y la utilización de programas de cálculo científico y representación de datos experimentales así como la elaboración de informes científicos y la exposición oral y pública de los resultados experimentales se pueden considerar como INNOVADORES y que aportan una visión más interesante para los estudiantes de una materia que se considera difícil de asimilar para ellos.

9. Bibliografía

1. Carter, C.S., Brickhouse, N.W., *J. Chem. Educ.* **1989**, 66, 223-225
2. Nicoll, G., Francisco, J.S., *J. Chem. Educ.* **2001**, 78, 99-102
3. Zielinski, T.J., *J. Chem. Educ.* **2001**, 78, 1556-1558

Córdoba, 25 de Septiembre de 2008