

# **AYUDAS DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA PARA LA INNOVACIÓN DOCENTE**

**CURSO 2009-2010**

## **MEMORIA DE ACTIVIDADES**

### **Título del Proyecto**

***“Implantación de metodologías activas de aprendizaje y desarrollo de nuevos sistemas de evaluación continua de competencias en asignaturas del ámbito de las Ciencias Experimentales”***

**Código: ID9/070**

Coordinador: Eladio Javier Martín Mateos  
Dpto. de Química Analítica,  
Nutrición y Bromatología  
Universidad de Salamanca

Proyecto de Innovación Docente 2009-10			
Modalidad	B	Código	ID9/070
Título	Implantación de metodologías activas de aprendizaje y desarrollo de nuevos sistemas de evaluación continua de competencias en asignaturas del ámbito de las Ciencias Experimentales		

Miembros del equipo		
Nombre y apellidos	Departamento	E-mail
Eladio Javier Martín Mateos	Química Analítica, Nutrición y Bromatología	ejmm@usal.es
M <sup>a</sup> del Rosario Fidalgo Martínez	Física General y de la Atmósfera	mrf@usal.es

## INTRODUCCIÓN

La ya inminente implantación de nuevos Planes de estudio de Grado aconseja ir desarrollando e implementando nuevas metodologías de aprendizaje, experimentando con ellas en asignaturas de los actuales estudios de Licenciatura, con el fin de avanzar en el diseño de herramientas que se habrán de incorporar posteriormente en los nuevos estudios de Grado; aún más aconsejable resulta esta experiencia si las asignaturas objeto de estos nuevos métodos están, con la misma o similar denominación y con contenidos y objetivos formativos equivalentes, en los proyectos de los nuevos Títulos de Grado, que se han de poner en marcha en el curso 2010-2011.

Durante el presente curso 2009-10, los profesores que han formado este equipo de trabajo han sido responsables de la docencia en las siguientes asignaturas:

- **“Química Ambiental”**: asignatura optativa del curso 3º de Licenciado en Química. Esta asignatura no se mantendrá con tal denominación en el nuevo Plan de estudios de Grado en Química.

Sin embargo, una asignatura con igual misma denominación y contenidos totalmente análogos, que forma parte del actual Plan de Licenciado en Ciencias Ambientales y que fue impartida por el Coordinador de este equipo en cursos anteriores, sí que va a estar presente en los nuevos estudios de Grado en Ciencias Ambientales, ya que sus contenidos y competencias, junto con los de la actual asignatura de “Química” se integrarán en la nueva asignatura obligatoria “Química” del primer curso del nuevo Grado. Puede mencionarse igualmente, que una asignatura con esta denominación y con contenidos semejantes ha estado presente en el currículo de los Licenciados en Biología con carácter optativo.

- **“Contaminación Atmosférica”**, asignatura troncal del curso 3º de Licenciado en Ciencias Ambientales, que se mantendrá con la misma denominación en el 3º curso del nuevo Plan de estudios de Grado en Ciencias Ambientales.

- **“Mecánica y Termodinámica”**, asignatura troncal del curso 1º de Licenciado en Química, pasa a denominarse “Física I” en el curso 1º de la nueva titulación de Grado en Química, agregando algunos otros contenidos y competencias. Esta asignatura está organizada en dos grupos, de uno de los cuales es responsable uno de los miembros de este equipo (Fidalgo Martínez, M.R.).

- **“Contaminación Atmosférica”**, asignatura de libre elección ofrecida actualmente (y se prevé que también en los cursos inmediatos) a alumnos de diferentes titulaciones impartidas de acuerdo con el modelo anterior a la implantación del E.E.E.S. y mientras no se extingan tales titulaciones. Esta asignatura cuenta, actualmente, con parte teórica y parte práctica; la parte teórica está completamente en manos de uno de los miembros de este equipo (Martín Mateos, E.J.), pero no así la parte práctica, en la que participan otros dos profesores del mismo área de conocimiento.

Además, han participado en la docencia de las siguientes asignaturas.

- **“Análisis aplicado a la Ingeniería Química”**, asignatura obligatoria del curso 3º de la titulación de Ingeniero Químico, que se incorporará, bajo la denominación “Métodos instrumentales de análisis” al nuevo título de Grado en Ingeniería Química, en el 2º curso. En esta asignatura, la participación del miembro de este equipo (Martín Mateos, E.J.) se ha centrado en la impartición de parte de las clases prácticas de laboratorio, estando la parte teórica bajo la responsabilidad de otro profesor del mismo área de conocimiento.

- **“Física”**, asignatura troncal del curso 1º de la Licenciatura en Ciencias Ambientales que, junto con la actual *“Física Ambiental”* (obligatoria), pasarán a configurar la nueva asignatura *“Física”* del curso 1º de los estudios de Grado en Ciencias Ambientales. En esta asignatura, la participación del miembro de este equipo (Fidalgo Martínez, M.R.) ha consistido en la impartición de parte de las clases prácticas de laboratorio, siendo responsable de la parte teórica otro profesor del mismo área de conocimiento.

A la vista de la evolución que se presenta con la implementación de los nuevos estudios de Grado en las titulaciones de Química, Ciencias Ambientales e Ingeniería Química, resulta obvio que los avances que se han ensayado en algunas de estas asignaturas en el marco de este Proyecto de Innovación Docente, podrán servir más adelante para las asignaturas equivalentes de esos nuevos Grados.

## OBJETIVOS ALCANZADOS

La variedad de tareas docentes encomendadas a los participantes en este proyecto ha aconsejado seleccionar algunas de estas asignaturas para la aplicación de las etapas de desarrollo del proyecto, dada la dificultad de abordar a la vez un conjunto tan completo de materias.

Para esta selección se ha considerado, por un lado, el grado de responsabilidad de los firmantes del proyecto en la docencia de las asignaturas a su cargo en el presente curso, centrándonos en aquellas en las que tienen mayor responsabilidad. Por otro lado, ha habido que tener en cuenta el número de alumnos matriculados en las asignaturas pues, lógicamente, en asignaturas con un número muy elevado de alumnos (del orden de 125 o superior) no resulta tan factible aplicar criterios de E.E.E.S. sin contar con la colaboración del resto de los profesores de la asignatura. Finalmente, no siempre se ha podido disponer de la coordinación con las restantes asignaturas del mismo curso, al no existir una organización ad hoc en la Facultad, lo que ha impedido abordar el proyecto en alguna de las asignaturas en las que, de tenerla, tal vez hubiera sido posible.

Atendiendo a tales criterios, finalmente se ha podido avanzar más en la consecución de los objetivos planteados en dos asignaturas: *“Química Ambiental”* (3º Licenciado en Química) y *“Contaminación Atmosférica”* (asignatura de libre elección) y se han alcanzado parcialmente algunos de los objetivos propuestos en otras tres: *“Contaminación Atmosférica”* (3º Licenciado en Ciencias Ambientales), *“Mecánica y Termodinámica”* (2º Licenciado en Química) y *“Análisis aplicado a la Ingeniería Química”* (3º Ingeniero Químico).

Podemos verlos de forma resumida:

**1º.- Elaboración de materiales docentes** básicos para el aprendizaje de estas asignaturas.

De un modo general, se ha trabajado intensamente en la elaboración de materiales orientados al aprendizaje de los alumnos, básicamente en forma de presentaciones para ordenador, manejando un importante número de diapositivas en todos los casos.

Como ejemplos, podemos citar:

- “Contaminación Atmosférica” (3º Lic. en Ciencias Ambientales). En esta asignatura, de 4.5 créditos teóricos y 1.5 créditos prácticos, el número de diapositivas presentadas a los estudiantes en el presente curso supera las 1200, conteniendo gráficos, esquemas, ejemplos, animaciones, descripciones, etc.; de ellas se han seleccionado las 150 consideradas fundamentales y se les han entregado, con el fin de facilitar el trabajo de seguimiento de las cuales y la búsqueda de más información en otras fuentes recomendadas, principalmente para afrontar la adquisición de conocimientos planteados como base de las clases teóricas.

Se ha puesto a disposición de los alumnos protocolos de trabajo detallados para abordar las cuatro actividades de tipo práctico programadas, una visita virtual a instalaciones, dos clases prácticas de laboratorio y una desarrollada en aula de informática (entre las cuatro completan 1,2 de los créditos prácticos previstos), encaminadas a la adquisición de habilidades prácticas de manejo de instrumentación, aplicación de conocimientos adquiridos, aplicación del método científico, desarrollo de protocolos estándar de determinación de contaminantes, adquisición de información, estudio y análisis de datos experimentales o elaboración de informes, entre otras.

Igualmente, se han desarrollado otros materiales para el trabajo personal y en equipo del alumnos en forma de ejercicios y problemas para resolver, partiendo de la base de la presentación de los modelos y ejemplos adecuados en clases prácticas; en este apartado, ronda la veintena de ejercicios, atendiendo a los 0,3 créditos prácticos dedicados a este apartado, en el que se pretende que los estudiantes desarrollen habilidades vinculadas con la aplicación de conocimientos a la resolución de casos reales.

- “Química Ambiental” (3º Lic. en Química).- Con los mismos objetivos que los planteados en la asignatura anterior, en esta ocasión han sido del orden de 1800 las diapositivas incluidas en las presentaciones preparadas para facilitar el aprendizaje de los estudiantes; de ellas, unas 140, las que contienen la información más esencial, han sido entregadas a los estudiantes, con el fin de que les sirva como base de trabajo sobre la que apoyar la búsqueda de información complementaria en las fuentes bibliográficas recomendadas.

En esta asignatura no se plantea la resolución de problemas numéricos, por lo que no se ha elaborado colección de ejercicios ni modelos para adquirir las destrezas necesarias para resolverlos, ni tampoco hay clases prácticas de laboratorio. Los créditos prácticos se imparten en aula, dedicándolos al planteamiento de casos prácticos relativos a la interacción Química-Ambiente, estudiando sus orígenes, evolución y pronóstico, así como las medidas a recomendar para evitar los efectos que se producen sobre los seres vivos y los materiales inanimados.

- “Mecánica y Termodinámica” (1º Lic. en Química).- En esta asignatura, se está implementando nuevo material docente, sin abandonar la habitual presentación de desarrollos en pizarra, siguiendo el método científico, por considerar que es la metodología más adecuada para presentar la deducción de leyes físicas y la explicación del fundamento de los fenómenos naturales.

La incorporación progresiva de material visual elaborado por la profesora se ha ido produciendo a lo largo de los últimos años, contando ya con presentaciones en las que se hallan casi un millar de diapositivas y manteniendo el formato de transparencias proyectadas desde un retroproyector, por considerar que, para algunos de los temas incluidos en el programa, este formato presenta algunas ventajas sobre otros, tal vez más avanzados.

También en esta asignatura, en la que tiene una importancia relevante la resolución de ejercicios numéricos, los alumnos ya tienen a su disposición una amplia colección de ejemplos a resolver, contando con la presentación previa de modelos por parte de la profesora, para transmitir a los alumnos las destrezas inherentes a las estrategias con las que se debe abordar la resolución de los problemas derivados del conocimiento de las leyes fundamentales de esta Ciencia.

- "Análisis aplicado a la Ingeniería Química".- En esta asignatura, por decisión del responsable de la misma, Prof. Dr. D. Claudio González Pérez, los materiales gráficos y las presentaciones utilizadas en las clases teóricas y en las clases prácticas de aula, se hallan ya a disposición de los estudiantes, en el OpenCourseWare de la Universidad de Salamanca, accesible a través de la página web de la Oficina del Conocimiento Abierto (ocw) de la USAL.

Se trata de una experiencia abordada, a modo de prueba, en esta asignatura, con el fin de apreciar la eficacia de este tipo de estrategia. El proceso, iniciado en el curso precedente, ha continuado en el presente, no pudiendo aún aportar resultados demasiado significativos de su impacto para el avance en el aprendizaje, aunque la impresión obtenida es positiva.

En esta misma asignatura, la parte práctica de laboratorio está a cargo del citado Prof. González Pérez, de la Prof. Dra. Dña. M<sup>a</sup> Jesús Almendral Parra y de uno de los miembros del equipo responsable del presente proyecto, E.J. Martín Mateos. Al igual que en otras asignaturas, también en ésta se han elaborado materiales escritos a modo de protocolos de trabajo para afrontar en las mejores condiciones las cinco actividades prácticas de laboratorio que completan los 1.5 créditos prácticos contenidos en esta asignatura, junto con las clases prácticas de aula, en las que se resuelven ejercicios aplicados.

## **2º.- Elaboración e implementación de metodologías para el aprendizaje, con la consiguiente modificación de los procedimientos de evaluación**

Se trata de plantear metodologías para el aprendizaje distintas de las empleadas hasta la fecha, de manera que, aquellos alumnos que estén dispuestos a embarcarse en un nuevo modelo, concertarán con el profesor un compromiso de trabajo que permita el desarrollo de un sistema diferente de evaluación de las competencias a adquirir.

Esta estrategia implica el diseño del modelo de convenio y la aceptación por parte de alumnos interesados en el nuevo modelo, ya que estimamos que, en la situación actual, no se puede imponer como pauta general, sino solamente llevarlo a la práctica con aquellos que voluntariamente se acojan a él. Para los restantes alumnos se mantendrá la metodología preexistente, aunque con la innovación que implica la utilización de nuevos materiales en el aprendizaje.

Hay que hacer notar que en asignaturas con un número muy elevado de alumnos, la opción por el nuevo método de aprendizaje no podrá estar abierta a todos (no hay disponibilidad de profesorado para tanto), por lo que se abrirá a un porcentaje admisible de ellos.

Lógicamente, la introducción de metodologías de aprendizaje diferentes a las empleadas hasta ahora, ha conllevado introducir cambios en el conjunto de la evaluación de las asignaturas; si, hasta ahora, la evaluación se ha basado exclusivamente en la realización de una prueba final de examen, aquellos estudiantes que han aceptado participar en un nuevo modelo docente, también han sido evaluados de manera más continuada, tomando en cuenta las diferentes actividades desarrolladas a lo largo del semestre, siguiendo unos criterios y tomando en cuenta baremos que son función de ese conjunto de actividades y del tiempo de dedicación a ellas y que han sido puestos a disposición de los estudiantes al inicio del semestre.

En el presente curso esta labor se ha centrado en la incorporación de elementos de trabajo personalizado no presencial que pasarán a formar parte del proceso de aprendizaje:

**2º.1.- Resolución de ejercicios en todas las asignaturas**, tal como se ha reflejado en párrafos anteriores; los ejercicios resueltos tienen impacto inmediato en la evaluación, por cuanto las pruebas de examen incorporan ejercicios análogos a los desarrollados por los alumnos a lo largo del curso. A modo de ejemplo mencionaremos:

- “Mecánica y Termodinámica” (1º Lic. en Química).- Además de los ejercicios propuestos para trabajo personal y posteriormente resueltos en el aula por la profesora, en dos ocasiones se planteó a los alumnos sendos ejercicios para resolver y entregar por escrito, debiendo precisar que ambas tareas podían elegir hacerlas o no, de manera voluntaria y posteriormente les fueron devueltos corregidos por la profesora. Aunque las dos entregas, dado su carácter voluntario, no repercutían de manera inmediata en la calificación final de la asignatura, lo cierto es que sí se ha podido apreciar la influencia del trabajo, a la vista de los resultados obtenidos, como se mencionará más adelante.

También se integra en la evaluación la actividad desarrollada en las clases prácticas, ya sean de aula convencional o de laboratorio o de aula de informática. A tal efecto, se verifica la asistencia a las clases prácticas, se realiza una labor de tutela permanente por parte del profesorado mientras los alumnos permanecen realizando esas actividades, sea en seminario, en laboratorio o ante el ordenador, se revisan y evalúan los informes finales de las prácticas que, en forma de cuaderno o diario de laboratorio, han de cumplimentar los estudiantes, sobre la base de los modelos desarrollados por los profesores y los protocolos de trabajo que les son facilitados antes de la realización de las prácticas.

**2º.2.- Elaboración de trabajos e informes**, tanto sobre supuestos teóricos como sobre aspectos aplicados o sobre trabajos prácticos, en alguna de las asignaturas en que está contemplada la realización de actividades prácticas y en las que, por el número de alumnos, realmente es viable.

A este último respecto, podemos mencionar como ejemplos las siguientes asignaturas:

- “Química Ambiental” (3º Lic. en Química).- En esta asignatura se han planteado a los estudiantes, por primera vez en este curso académico, dos alternativas para el seguimiento de la asignatura y su evaluación final. Se trata de elegir entre el procedimiento clásico de asistencia a las actividades docentes, estudio personal para adquirir y afianzar conocimientos, asistencia a tutorías voluntarias y evaluación final de conocimientos o un procedimiento alternativo, en el que se incorpora la elaboración y evaluación de un trabajo personal o en equipo. El carácter optativo de la asignatura facilita cualquier cambio de estrategia, sin repercutir negativamente en el devenir de otras asignaturas.

Esta asignatura ha contado, en el presente curso, con 45 alumnos matriculados de los cuales, puede decirse que 3 no han “dado señales de vida”, ni han asistido a clase alguna, ni han entregado ficha al profesor, ni han participado en ninguna actividad, incluyendo la prueba de examen final.

Así pues, podemos decir que realmente ha habido 42 alumnos implicados en la asignatura, a los cuales se dió, al principio del semestre, la opción de elegir entre el procedimiento tradicional y el nuevo, incorporando elementos de trabajo más activo por parte del estudiante. De ellos, 23 optaron por integrarse en el nuevo modelo, en el que debían elaborar un trabajo sobre un asunto de interés actual, vinculado con el programa de la asignatura, elegido de entre una selección elaborada por el profesor.

En el Anexo se detalla el documento enviado vía E-mail a los estudiantes que eligieron esta opción, en el que se detallan, a modo de convenio-contrato, las condiciones en las que abordar el trabajo, las pautas para su elaboración, el calendario de trabajo y la repercusión en la evaluación final de la asignatura

Además, se estableció, también vía E-mail, un plan de trabajo incluyendo plazos y estableciendo tutorías obligatorias en las que ir comentando los avances en la realización del trabajo concertado, resolviendo las dudas planteadas y orientando el conjunto de la tarea a realizar.

Finalmente, de los 23 alumnos, 11 acometieron individualmente la tarea, mientras los

12 restantes eligieron la opción planteada por el profesor, hacer el trabajo en equipos de 2 estudiantes.

Igualmente, en el convenio se establecía la repercusión de este trabajo en la evaluación final, obligatoria de acuerdo con la planificación docente aprobada en la Facultad, de manera que el trabajo unido a su evaluación (integrada en el examen final, que incluía una pregunta "a la carta", adecuada a cada trabajo elaborado) permitiese a los estudiantes lograr el 20% de la calificación total.

Dado que esta asignatura está programada en el primer semestre del curso, podemos presentar ya resultados finales, cosa que no podemos hacer en otras asignaturas:

- De los 23 alumnos que optaron por una mayor implicación activa en la asignatura, todos acudieron a la convocatoria de febrero de 2010 (100% presentados), superando la asignatura 9 alumnos y también puede aportarse como dato que la calificación media alcanzada (por los 23) ha sido 4.25; además, es importante considerar un dato adicional: esta asignatura, optativa en la Licenciatura en Química, se ofrece a la libre elección para alumnos de Ingeniero Químico, habiendo sido elegida en este año por varios alumnos del curso 1º de esta titulación a los que, lamentablemente, la cercanía con el examen de una asignatura troncal de sus estudios puede ser la explicación de los resultados obtenidos, peores que los de los compañeros que la cursan con carácter optativo.

- Respecto de los 19 alumnos que optaron por seguir el método tradicional, sin desarrollar más trabajo personal, se presentaron a examen 11 (57.9%), la calificación media que alcanzaron fue 3.12, superando la evaluación 4 de ellos.

Aunque se trata de una experiencia hecha sólo en este curso académico y no puede considerarse que tenga una gran significación, la conclusión que puede obtenerse es que, mediante la mayor implicación activa de los estudiantes, se logra mejorar el rendimiento académico y, aún en mayor medida, la participación en tutorías, en las actividades académicas y, por ende, en el proceso de evaluación.

Así pues, a la vista de los resultados obtenidos, es intención del profesor plantear esta experiencia en cursos venideros, modificándola en aquellos aspectos que se han revelado mejorables.

- "Contaminación Atmosférica" (libre elección).- El carácter no obligatorio de esta asignatura, al igual que ocurría en el caso precedente, facilita la incorporación de nuevas metodologías más activas.

Se trata de una asignatura ofrecida de manera específica para la libre elección desde hace ya un considerable número de años, aunque limitando el número de alumnos máximo a 50, pudiendo apuntar ya que, en el presente curso, se han cubierto todas las plazas puestas a disposición de los estudiantes de un amplio abanico de titulaciones (aunque, posteriormente, dos de los estudiantes han causado baja por problemas administrativos).

En esta asignatura, los créditos teóricos, 4.5 se completan con 1.5 créditos prácticos. Es en estos últimos en los que se ha centrado la introducción de un nuevo modelo de aprendizaje, ya que su superación se ha condicionado, en esta ocasión de forma obligatoria, a la elaboración y presentación por escrito de un trabajo sobre algún asunto vinculado con los principales síntomas del deterioro de nuestro entorno.

En este caso, a la vista de la variedad de orígenes de los alumnos (en cuanto a las titulaciones que están cursando), la profesora ha optado por no plantear una relación inicial de temas de trabajo, dejando mayor libertad a la elección por los estudiantes que, bien de manera individual, bien en equipos de 2 personas, han tenido que elegir el tema que, tras ser propuesto a la profesora y recibir la conformidad de ésta, han elaborado a lo largo de un plazo establecido de antemano, debiendo entregarlo antes de una fecha concertada, aproximadamente un mes antes de la finalización de las clases en el aula.

Lógicamente, durante todo el tiempo que dura la elaboración del trabajo, se han venido desarrollando tutorías personalizadas, a demanda de los propios estudiantes, en las que la profesora ha ido orientando el trabajo, aclarando dudas, proponiendo soluciones alternativas y supervisando la obtención de información por parte de los alumnos implicados, así como el análisis y elaboración de la información conseguida, contando con las fuentes bibliográficas utilizadas por los alumnos e introduciéndoles en la aplicación del método deductivo y en la exigencia de una crítica científica constructiva.

Dado que, en esta asignatura, la elaboración de estos trabajos constituye una actividad obligatoria, en la que se adquieren competencias y habilidades de naturaleza práctica, a la vez que se incorporan conocimientos, no es posible establecer comparaciones entre dos modelos docentes, pero sí es posible extraer conclusiones cualitativas, teniendo en cuenta la mayor o menor calidad de los trabajos presentados y el resultado final alcanzado en la evaluación de la asignatura.

Como resultados, de los 48 alumnos matriculados:

- 33 han presentado su trabajo en el plazo establecido, en tiempo y forma adecuados para superar los créditos prácticos, quedando otros 15 que tendrán la opción de entregarlo antes de la convocatoria extraordinaria de junio de 2010.

- De esos 33 alumnos, 30 se han presentado al examen convocado en la convocatoria de mayo de 2010.

- 19 alumnos han superado la asignatura y la valoración del trabajo entregado ha repercutido favorablemente en la calificación obtenida por todos ellos, pudiendo decir que de manera decisiva a 7 de estos alumnos.

- se comprueba que la asistencia habitual a las clases, aún no siendo obligatoria, se refleja en la obtención de mejores resultados. Concretamente, los alumnos que han asistido con regularidad a las clases y hecho las tareas de manera regular han obtenido: 3 Notables, 14 Aprobados y sólo 3 Suspensos, habiéndose presentado todos ellos a examen; como contraste, entre los que faltaban habitualmente, los resultados son: 2 Aprobados y 8 Suspensos, subiendo hasta 18 el número de los No Presentados.

- Respecto a éste último dato, hay que precisar que entre los 18 No Presentados se hallan 11 alumnos que, pese a estar matriculados en esta asignatura, ni entregaron ficha, ni la profesora les conoce de nada más que de ver su nombre en el acta, ya que nunca asistieron a clase ni a tutoría ni hicieron tarea alguna. Este hecho bien merecería un análisis más detallado ya que, ¿por qué se matricula una persona de una asignatura, abona las tasas correspondiente y jamás aparece por ella?, ¿qué sentido tiene, más aún si cabe, en una asignatura que se dice es de "libre elección"?, ¿algo así debería tenerse en cuenta a la hora de calcular rendimientos e índices de eficiencia?. Va siendo hora de poner coto a este tipo de actitud, que nos parece un tanto irresponsable, y la implantación del E.E.E.S. puede representar una oportunidad para hacerlo, teniendo en cuenta la mayor repercusión del quehacer cotidiano del estudiante, en forma de evaluación más continua, a la que habrá que irle dando mayor relevancia.

- "Mecánica y Termodinámica" (1º Lic. en Química).- Ya se ha mencionado antes que, en este curso, se propuso a los alumnos la realización, voluntaria, de dos tareas que, tras ser corregidas por la profesora, les eran devueltas. Pues bien, aunque no recibían una puntuación concreta, sí que se ha notado la influencia del cambio de modelo en los resultados de la evaluación, del modo siguiente:

De los 66 alumnos matriculados en el grupo del que es responsable la profesora miembro de este equipo (Fidalgo Martínez, M.R.), en la convocatoria de febrero se dieron los siguientes resultados:

Febrero 2010	Grupo completo	Entregan 1ª tarea	Entregan 2ª tarea	Entregan 1ª y 2ª tarea	Ninguna entrega
Nº alumnos	66	17	9	7	46
Nº presentados a examen % presentados a examen	52 78.8	16 94.1	9 100	7 100	34 73.9
Nº Superan asignatura % superan/total % superan/presentados	17 25.8 32.7	8 47.0 50.0	6 66.7 66.7	5 71.4 71.4	8 17.4 23.5
Matrícula de Honor	1	1	1	1	0
Sobresaliente	1	1	1	1	0
Notable	2	2	0	0	0
Aprobado	13	4	4	3	8
Suspense	35	8	3	2	26

Es obvio que los alumnos que entregaron alguna de las tareas propuestas participaron en el examen final en un porcentaje notablemente más alto que el promedio total y mucho más elevado que el de aquellos que no se implicaron en la realización de ninguna de las tareas; también es evidente que los que entregaron tareas consiguieron un resultado final en su calificación muy superior al conjunto de compañeros que no entregaron ninguna de las dos tareas.

Puede preverse que sean los alumnos más dedicados al estudio, de manera más continuada, los que hagan las tareas, realicen las entregas y también que sean los que obtienen mejores resultados finales; pero también parece previsible que el exigir, ahora ya con carácter obligatorio (en la nueva asignatura "*Física I*", que habrá de impartirse ya en el curso 2010-11, al implantarse el curso 1º del Grado en Química), la realización habitual de tareas a lo largo del semestre puede "empujar" a otros alumnos a implicarse más en la asignatura y, con ello, se puede pronosticar que pueden llegar a conseguir mejores resultados, incrementándose así globalmente la eficiencia en la asignatura.

En otras asignaturas (p.ej., "*Contaminación Atmosférica*" del curso 3º de Lic. en Ciencias Ambientales) no ha sido posible implantar estas metodologías alternativas, bien por el excesivo número de alumnos (125), lo que impide abordar el proceso con eficacia, por requerir un cambio general del modelo docente y su adaptación al E.E.E.S., seguramente con la organización en grupos más reducidos y tal vez con la participación de más profesores. Además, en una situación como la actual, la implementación de modelos de enseñanza-aprendizaje como los planteados, sin la coordinación interna en la Facultad, ya sea en un plano horizontal o en estructura vertical dentro del Plan de estudios, lo único que conlleva es generar disfunciones en las actividades académicas del resto de las asignaturas.

Este problema no es hipotético, sino fácilmente comprobable si se examinan las interferencias que ha producido el planteamiento de este tipo de modelos en asignaturas aisladas sobre el resto de asignaturas del mismo curso o de cursos contiguos del plan de estudios.

En otros casos (p.ej., "*Mecánica y Termodinámica*" del curso 1º de Lic. en Química), la disfunción que habría provocado en el presente curso 2009-10 la introducción de metodologías alternativas, vendría de inmediato, como consecuencia de la existencia de dos grupos docentes, en uno de los cuales sí se podrían implementar (el de la profesora integrante del presente proyecto), mientras en el otro no se ha planteado nada semejante. Y ello complicado aún más por la inexistencia de una coordinación en la Facultad, lo cual repercutiría de manera inmediata en el resto de asignaturas del mismo curso, curso fundamental en el que todas las asignaturas son troncales u obligatorias.

## **CONCLUSIONES GENERALES Y VALORACION DE LOS RESULTADOS**

Como conclusión general, se ha ampliado y actualizado el bagaje de materiales disponibles para el proceso de aprendizaje de los alumnos, de manera que su adaptación a otras plataformas, facilitará el tránsito del modelo actual de docencia al propugnado en la implantación del E.E.E.S. que, necesariamente, ha de comenzar a desarrollarse a partir del curso 2010-11 en las titulaciones de Grado que vendrán a sustituir a las implicadas en este proyecto de innovación, a través de las asignaturas en las que se ha introducido.

En adelante, se seguirán elaborando nuevos materiales para el trabajo personal y en equipo del alumno (modelos y ejemplos de ejercicios y problemas, unos resueltos y otros por resolver) y planes de trabajo para la búsqueda de información y para la elaboración de informes sobre asuntos vinculados con estas disciplinas, en aquellos temas en que sea relevante, proporcionando a los estudiantes artículos de interés en el tema objeto de estudio, para su análisis.

En el presente curso no ha sido posible poner estos materiales a disposición de los estudiantes empleando la plataforma MOODLE, dentro del portal Studium de enseñanza virtual disponible en la Universidad de Salamanca, debido a que, al no contar con la subvención necesaria, no se ha podido actualizar el equipamiento informático de que dispone el equipo que ha desarrollado el proyecto, un tanto anticuado y obsoleto, tanto que se hace difícil la implantación de las aplicaciones informáticas adecuadas (p.ej., la aplicación eXeLearning).

Sin embargo, si en otras convocatorias o por otras vías se pudiera lograr la aportación económica necesaria, se planteará el cambio de plataforma-metodología de puesta de la información a disposición de los estudiantes.

Existía la pretensión de poder visitar otras universidades españolas en las que han avanzado más en la aplicación de nuevas metodologías de aprendizaje en el ámbito de las Ciencias Experimentales en el que se inscribe el presente proyecto; incluso, al presentar el proyecto se citaban las Universidades de Alcalá de Henares, Barcelona, Politécnica de Barcelona, Córdoba o la de Valencia como posibles lugares de destino de tales visitas, por constarnos que en ellas se han desarrollado utilidades y se ha avanzado en Proyectos Piloto e incluso se habían puesto en marcha en el curso 2008-09 Planes de Grado adaptados al EEES (caso de la Universidad de Alcalá de Henares). Sin embargo, el no disponer de ayuda económica alguna, tiene que entenderse que ha sido inviable ejecutar esta parte del proyecto, por lo que habrá de dejarse para mejor ocasión, cuando se cuente con alguna subvención que sirva para cubrir, al menos, parte de los costes de desplazamiento y estancia en esos lugares.

## **OBSERVACIONES FINALES**

Así pues, si lo que se pretende es un cambio en el modelo de aprendizaje para que, en la medida que permite la estructura de los actuales Planes de estudio, pase a basarse en la adquisición de competencias (sin descuidar la adquisición de conocimientos exigidos por los principios que inspiraron los Planes de estudio vigentes), podemos afirmar que las iniciativas puestas en marcha en el presente proyecto de innovación docente van por el camino adecuado.

Si con la aplicación de estos nuevos desarrollos se pretendía facilitar la adquisición de las competencias inherentes a estas asignatura por parte de los estudiantes, empleándolos como elementos de motivación para que los resultados obtenidos al final (tasa de presentados a evaluación, tasa de superación de las asignaturas) mejorasen con respecto a lo ocurrido hasta ahora, ahora podemos ya afirmar que es verdad, se consigue mejorar, aunque habrá que continuar y comprobar las ventajas e inconvenientes de estos nuevos métodos en años venideros.

Los resultados obtenidos, aún incipientes, animan a seguir por esta senda, con ánimo, pero también con mesura. Se ha demostrado que no es conveniente abandonar radicalmente la metodología empleada hasta la fecha para la transmisión de conocimientos, que sigue teniendo mucho de aprovechable, lo que hace imprescindible integrarla en el nuevo modelo metodológico, que se completará con esas otras metodologías conducentes a mejorar la adquisición de competencias, habilidades y destrezas con las que complementar la incorporación de conocimientos y cumplir así con la formación integral de los futuros Graduados.

Si se cumplen los calendarios previstos para la implantación de nuevos estudios de Grado, en el curso 2010-2011 ya habrán de impartirse las asignaturas denominadas genéricamente "Física" en ambos títulos de Grado, por lo que la experiencia a adquirir ahora en la asignatura equivalente tiene un interés y una urgencia particular. Respecto a las asignaturas dedicadas a la "Contaminación Atmosférica", de acuerdo con ese calendario, persistirán en los Planes de estudio actuales aún un mínimo de tres años, durante los cuales se pueden probar distintas alternativas metodológicas que luego pasarán a aplicarse en las nuevas asignaturas de los títulos de Grado cuyos contenidos formativos se orientan a la adquisición de análogas competencias.

Además, al abordar en el proyecto asignaturas variadas dentro del ámbito de las Ciencias Experimentales, ello permitirá tener una amplia visión de posibles aplicaciones posteriores en disciplinas de diferentes titulaciones dentro de esta rama del conocimiento, que se pueden beneficiar de la experiencia de innovación docente aquí planteada.

## ANEXO

ESTIPULACIONES DEL CONVENIO PARA LA REALIZACIÓN DEL TRABAJO EN LA ASIGNATURA  
**QUÍMICA AMBIENTAL**

Asignatura	Titulación	Curso
<b>16183</b>	<b>Química Ambiental</b>	<b>Licenciado en Química</b>
Curso académico	Objeto	Profesor
<b>2009-2010</b>	<b>Trabajo personal</b>	<b>Eladio J. Martín Mateos</b>

**Introducción**

En la Guía Académica de la Licenciatura en Química y, más concretamente, en la ficha de esta asignatura, en el apartado correspondiente a evaluación consta lo siguiente:

*La evaluación se realizará fundamentalmente por medio de un examen escrito al final del curso, aunque además cabe la posibilidad de realizar trabajos aplicados u otras actividades de evaluación. El examen se desarrollará conforme a lo que se establezca en la programación de actividades docentes de la Facultad.*

**Alternativas de evaluación**

Pues bien, en el presente curso académico se ofrecen a la consideración de los alumnos matriculados en esta asignatura dos alternativas para la evaluación de los conocimientos adquiridos en ella.

**1ª.-** Examen escrito al finalizar el semestre, de acuerdo con lo dispuesto en el calendario aprobado por la Junta de Facultad. En este caso, el examen, en el que habrá una parte de tipo test y otra parte con preguntas de desarrollo, se calificará sobre un máximo de 10 puntos.

**2ª.-** Elaboración de un trabajo aplicado a un tema de interés en el terreno de la Química Ambiental (trabajo elaborado de acuerdo con unos criterios planteados por el profesor), como complemento al examen escrito final. El trabajo puede alcanzar un valor de 2 puntos en la calificación final, mientras el examen escrito se evaluará sobre un máximo de 8 puntos. El trabajo no ha de presentarse en público, pero el tema objeto del mismo pasa a formar parte del conjunto de temas de los que se examina su autor, por lo que se le podrá formular alguna pregunta de desarrollo sobre él en el examen, con el fin de verificar si ha obtenido los conocimientos derivados de su realización, dependiendo de la calidad de su respuesta la puntuación final que obtenga el trabajo.

**Requisitos para la realización del trabajo**

Aquellos alumnos que han manifestado su interés por acogerse a la segunda opción han de tener en cuenta las siguientes condiciones para la realización del trabajo:

- El trabajo versará sobre un tema del ámbito de la Química Ambiental y será un trabajo personal, aunque también se puede realizar en pareja, por dos estudiantes, formando un equipo de trabajo.
- Los posibles temas objeto del trabajo son propuestos por el profesor, debiendo elegir el alumno de entre los temas propuestos. Una vez que se haga pública la relación de temas, el alumno deberá dirigir un E-mail al profesor informándole de cuál es el tema que solicita (puede incluir un máximo de 2 temas de trabajo por orden de preferencia).

- Una vez que se reciban las solicitudes, el profesor asignará el tema concreto a cada alumno. A partir de ese momento es responsabilidad del estudiante la elaboración del trabajo conforme a las pautas generales que se establecen más adelante y con las directrices particulares del trabajo asignado. Durante la búsqueda de información y la elaboración del trabajo cuenta con la tutela del profesor responsable de la asignatura.
- Una vez asignado el tema, el estudiante dispondrá de un plazo de 10 días naturales para plantear la renuncia al tema, la sustitución por otro tema o la renuncia definitiva a hacer ningún tipo de trabajo, acogiéndose por tanto, desde ese momento, a la primera opción de evaluación antes descrita. Transcurrido ese plazo, el estudiante ya no podrá renunciar a que su evaluación en esta asignatura se atenga al modelo descrito en la segunda opción.

### **Formato del informe final**

- El trabajo ha de entregarse impreso a doble cara, en formato DIN-A4, escrito en tipo de letra Times o similar, de tamaño 12 ptos., con interlineado sencillo y márgenes de página: 2,5-2,5-2,5-2,5. La extensión del texto impreso ha de situarse entre 20 y 50 páginas; las figuras, fotografías, tablas, etc., han de incorporarse en el propio texto.
- Con carácter general, el trabajo debe constar de las siguientes partes:
  - o Introducción ó Fundamentos: se presenta el asunto objeto del trabajo, incluyendo las definiciones que se precisen y la descripción del fundamento teórico del proceso a estudiar o la naturaleza química del compuesto o compuestos químicos a considerar.
  - o Objetivos: en esta parte, se expondrán los objetivos que se persiguen con el trabajo que se va a abordar, tales como, analizar la evolución de una técnica, el desarrollo a lo largo del tiempo de la innovación en un campo de la Química, la importancia del estudio de esos compuestos desde el punto de vista ambiental, etc.
  - o Desarrollo del trabajo: de acuerdo con los objetivos propuestos, se va a ir desarrollando con detalle cada uno de ellos, haciendo especial hincapié, cuando proceda, en aspectos tales como: los orígenes o fuentes de las sustancias químicas objeto de estudio, los desarrollos científicos y/ó tecnológicos que permitieron producirlas, los procesos de producción, sus usos y las razones de su presencia en el medioambiente, los efectos que producen como contaminantes, las alternativas para sustituirlos (en caso de que se haga necesario) en sus usos y utilidades, etc.
  - o Conclusiones, en las que el autor del informe expresará sus impresiones y conclusiones particulares respecto al tema objeto del trabajo, en cuanto a relevancia del problema ambiental vinculado con estas sustancias o productos químicos o industriales, con la conveniencia de eliminarlos, de evitar su uso o de reemplazarlos por otros productos y, en tal caso, su propuesta personal sobre la mejor opción posible.
  - o Bibliografía.- En este apartado han de recogerse las citas bibliográficas correspondientes a **TODAS** las fuentes utilizadas para la elaboración del trabajo. La manera correcta de recoger las diferentes referencias, según su naturaleza, ha de seguir las pautas que se dan a continuación y que se muestran mediante ejemplos:
    - Libros:
      - Autor/es (año); *Título*. Editorial. Ciudad sede de la editorial.
      - Ramalho, R.S. (1991); *Tratamiento de aguas residuales*. Ed. Reverté. Barcelona.
    - Artículos de publicaciones periódicas (revistas científicas)
      - Autor/es (año); *Título*. Nombre revista, volumen, páginas.
      - Suárez, W., Penagos, P., Manrique, L. y Gallego, D. (2006); *Efecto de la estructura química de los colorantes en su fotooxidación catalítica: estudio con dos colorantes tipo reactivo utilizando TiO<sub>2</sub> y luz UV*. Ingeniería Química, 435, 150-158.

- Enlaces online ó paginas web o documentos descargados online
  - Autor/es (año); *Título*. Dirección web, enlace ó documento (si los hay)
  - Wilkes, G.J. (1998); *Hydrofluoric acid burns*.  
<http://www.medicine.com/emerg/topic804.htm>
  - [http://es.wikipedia.org/wiki/hidrocarburo\\_aromatico\\_polyciclico](http://es.wikipedia.org/wiki/hidrocarburo_aromatico_polyciclico)

**Plazo de entrega**

- El plazo para entregar el informe final del trabajo finalizará el **viernes, día 4 de Diciembre de 2009 a las 14 horas**.
- Este informe quedará en poder del profesor. Teniendo en cuenta que el trabajo presentado pasa a formar parte de los temas sobre los que ha de examinarse el alumno, es obvio que debe quedarse con copia del informe final en su poder

**Relación de temas de trabajo propuestos**

Nº	Título	Orientación
1	El hidrógeno y la producción de energía	El hidrógeno y sus propiedades físicas y químicas.- Posibilidades de uso del hidrógeno para la producción de energía.- Aspectos técnicos relacionados con el uso del hidrógeno (obtención, almacenamiento, transporte, peligrosidad).- Ventajas e inconvenientes del hidrógeno frente a otras materias primas empleadas en la producción de energía.- Repercusión ambiental del uso del hidrógeno como fuente de energía
2	El petróleo y la industria petroquímica	El petróleo y sus orígenes.- Tipos de petróleos.- Procesos de refino del petróleo.- Productos derivados del petróleo.- Contaminación ambiental de la industria petroquímica.
3	La célula de hidrógeno	El hidrógeno y sus propiedades físicas y químicas.- Posibilidades de uso del hidrógeno para la producción de energía.- La célula de hidrógeno: fundamento, procesos electroquímicos. Alternativas y avances en el diseño de la célula de hidrógeno.- Previsiones de uso futuro y experiencias reales de utilización de la célula de hidrógeno
4	Los disruptores hormonales	Definición de disruptor hormonal (o disruptor endocrino).- Naturaleza química de los disruptores hormonales conocidos.- Fuentes y usos de las sustancias caracterizadas como disruptores hormonales.- Presencia en el ambiente de los disruptores hormonales.- Riesgos vinculados a estos compuestos.- Estrategias nacionales e internacionales relacionadas con este problema y normativa legal vinculada con estos productos.
5	Gasolinas sin plomo	Fundamento del uso de aditivos de plomo en las gasolinas y problemas vinculados a estos aditivos.- Combustibles alternativos a las gasolinas con plomo: formulaciones y composición, ventajas e inconvenientes de su uso, repercusión ambiental, tendencias en la sustitución de las gasolinas con plomo.
6	Potabilización de aguas	Definición de agua potable.- Condiciones que ha de reunir un agua para que pueda ser calificada como potable (revisión normativa).- El proceso de potabilización de agua: etapas, equipamiento, productos químicos empleados y misión de dichos productos químicos.- Repercusión ambiental de los procesos químicos implicados en la potabilización de las aguas.- Especies químicas residuales presentes en el agua de consumo como consecuencia del proceso de potabilización: naturaleza,

		origen y repercusión ambiental. Tendencias en la potabilización de aguas.
7	Depuración de aguas	Tipos de aguas residuales.- Caracterización analítica de las aguas residuales urbanas.- El proceso de depuración de las aguas residuales urbanas: etapas, equipamiento, productos químicos empleados y misión de dichos productos químicos.- Repercusión ambiental de los procesos químicos implicados en la depuración de las aguas.- Especies químicas residuales presentes en el agua de consumo como consecuencia del proceso de depuración: naturaleza, origen y repercusión ambiental. Tendencias en la depuración de aguas
8	Pilas y baterías ácidas y alcalinas	Naturaleza de las pilas y baterías ácidas y alcalinas: composición, procesos electroquímicos y usos de estas pilas y baterías. Repercusión ambiental de la producción, comercialización, uso y desecho como residuos de estas pilas y baterías. Normativa respecto a la composición, producción, comercialización y gestión como residuos. Tendencias en el uso de estas pilas y baterías y posibles alternativas para su sustitución.
9	Retardantes de fuego bromados	Definición y naturaleza química de estos productos.- Fundamento de su uso como retardantes del fuego.- Usos comerciales de estos productos.- Problemas ambientales vinculados con la producción, comercialización y gestión de los residuos de estos productos.- Estrategias nacionales e internacionales relacionadas con estos productos y normativa al respecto.- Alternativas al uso de estos compuestos.
10	Suelos contaminados por plaguicidas	El problema de la contaminación de suelos por plaguicidas.- Ejemplos de emplazamientos de suelos contaminados con plaguicidas y tipos de plaguicidas comúnmente encontrados en dichos emplazamientos.- Causas y orígenes de esta contaminación.- Alternativas de descontaminación y tratamiento de los suelos contaminados por plaguicidas: fundamento, ventajas e inconvenientes de las distintas alternativas. Ejemplos de descontaminación de suelos.

Salamanca, 15, Octubre, 2009

Fdo.: Eladio J. Martín Mateos