

# EXPERIENCIA PILOTO DE LA ADAPTACIÓN DE LOS ECTS EN LAS ENSEÑANZAS DE INGENIERÍA QUÍMICA

Carmen Arnáiz, Emilia Otal y Emilio Díaz  
Dpto. Ingeniería Química y Ambiental. Escuela Universitaria Politécnica  
Universidad de Sevilla

## Resumen

Las universidades europeas iniciaron en 1998 un proceso de armonización de programas y titulaciones. Dentro de este marco se considera fundamental la implantación del nuevo *sistema de créditos europeos* (ECTS), que se basa en el número de horas totales dedicadas por el alumno a la asignatura y no en las horas de clase del profesor. Este trabajo recoge los resultados de una experiencia piloto de adaptación de los ECTS en las enseñanzas de ingeniería química y la valoración de los mismos, tanto por parte de los alumnos como de los profesores implicados en su docencia.

*Palabras clave:* Enseñanza superior, sistema de créditos europeos.

## Abstract

Since 1998 Europe is promoting the creation of a coherent European Higher Education Space. The changes required include the implantation of the European Credits Transfer System (ECTS), based on the total number of hours dedicated by the students. This work shows the results of a pilot experience of adaptation to the ECTS in chemical engineering education.

*Key words:* Higher education, European Credits Transfer System.

## INTRODUCCIÓN

Las universidades europeas iniciaron en 1998 un proceso de armonización de programas y titulaciones, con objeto de que las titulaciones obtenidas en un país sean válidas

en cualquier otro que suscriba el acuerdo. Uno de los principales aspectos de este proceso es la implantación del nuevo *sistema de créditos europeos* (ECTS –European Credits Transfer System–). La medida de este crédito no se basa en el número de clases

teóricas que imparte el profesor, sino en el trabajo total del alumno, cuantificado por su asistencia a las clases, las tutorías, las horas de prácticas, las de estudio en casa, los seminarios, los trabajos monográficos, etc. Su implantación comporta, pues, un nuevo modelo educativo basado en el trabajo real del estudiante y no en las horas de clase o, dicho de otro modo, centrado en el aprendizaje de los estudiantes y no en la docencia de los profesores. La generalización de esta unidad de medida académica para todos los estudiantes es un objetivo fundamental para la creación del Espacio Europeo de Educación Superior, de forma que el trabajo desarrollado por un estudiante en cualquiera de las universidades de los estados miembros sea fácilmente reconocible en cuanto a nivel, calidad y relevancia.

Como un intento de aproximarnos a este nuevo modelo, durante el primer cuatrimestre del curso 2002/2003, en la asignatura *Regulación de Procesos Químicos*, se ha ofertado un nuevo sistema de enseñanza-aprendizaje que se ha basado no sólo en la asistencia a clase y en la evaluación de los exámenes, como era habitual, sino también en el trabajo del alumno en seminarios, prácticas, visitas a diversas instalaciones industriales y tutorías dirigidas.

Este trabajo recoge la valoración de esta experiencia piloto, tanto por parte del alumnado como del profesorado que impartió la asignatura, con objeto de determinar si se han cubierto de manera satisfactoria las necesidades y expectativas de ambos colectivos. El aprendizaje se ha entendido como un proceso de resolución de problemas, por lo que ha sido imprescindible la implicación activa de los alumnos y de los profesores, así como la indagación y experimentación de las realidades docentes de estos últimos.

Los objetivos de este trabajo han sido: la mejora de la calidad de la docencia, su adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior y la mejora de la formación del profesorado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### RECURSOS

La asignatura sobre la que se ha desarrollado este trabajo de investigación durante el Primer Cuatrimestre del curso académico 2002/2003 fue *Regulación de Procesos Químicos*. Se trata de una asignatura troncal anual de Tercer Curso de la Escuela Universitaria Politécnica, correspondiente a la Titulación de Ingeniero Técnico Industrial, Especialidad Química Industrial, Sección Instalaciones y Procesos Químicos. El número de créditos asignados a la misma es de 9, distribuidos en 3 horas de clase semanales.

Esta parte de la asignatura tiene como objeto conocer y comprender los instrumentos necesarios para la aplicación de técnicas de control que permitan la operación segura y eficiente de plantas de proceso de tamaño medio o pequeño.

Los profesores involucrados en esta experiencia constituyen un equipo docente, perteneciente al Departamento de Ingeniería Química y Ambiental de la Universidad de Sevilla, siendo un grupo muy homogéneo en lo que se refiere a responsabilidades docentes y formación investigadora (todos doctores y con experiencia en el campo de investigación en la docencia universitaria).

El número de alumnos matriculado en esta asignatura durante el Curso Académico 2002/2003 fue 19, número idóneo que ha

permitido abordar la experiencia que se recoge en el presente trabajo con un mínimo de garantías de éxito.

Los recursos materiales con los que han contado los profesores para realizar la correspondiente docencia han sido:

*Clases de Teoría:* en aula con material convencional.

*Seminarios en grupo:* en aula de informática con cañón de vídeo.

*Prácticas individuales:* en aula de informática con ordenadores conectados a Internet.

#### PROCEDIMIENTO

El equipo docente ha seguido la siguiente estrategia formativa:

1. Clases de teoría, participativas y dinámicas, con actividades cortas para realizar por el alumno en clase. El objetivo de estas clases era la adquisición y construcción por parte del alumno de los conocimientos necesarios para superar la asignatura. Además se trataron de fomentar habilidades intelectuales en el alumno tales como el razonamiento lógico, la argumentación y el espíritu crítico en el análisis y valoración de alternativas diferentes.
2. Seminarios en grupos sobre temas propuestos por el profesor o por los alumnos, con objeto de desarrollar las habilidades sociales (comunicación oral, trabajo en grupo, defensa de ideas) y profesionales (búsqueda de datos informáticos y bibliográficos, selección de contenidos, autoaprendizaje, redacción de informes).
3. Prácticas individuales propuestas por el profesor. Su finalidad fue la familiarización con los instrumentos de medida y actuación más comunes de los sistemas de regulación de procesos, y el aprendizaje del uso y de búsqueda de información a través de Internet.
4. Visitas a instalaciones industriales. El objetivo fue adquirir un mayor conocimiento de los procesos, aparatos y otros aspectos estudiados en las clases de teoría, seminarios y prácticas. Así mismo, se pretendió poner al alumno en contacto, quizás por primera vez, con la realidad industrial y con el mundo laboral y empresarial.
5. Tutorías voluntarias y dirigidas, individuales y en grupo. Estas tutorías se diseñaron con tres objetivos fundamentales: individualizar en la medida de lo posible la enseñanza del profesor, facilitar el aprendizaje de los alumnos y fomentar la relación positiva alumno-profesor.

Las clases de teoría se han desarrollado con una amplia colección de transparencias, incluyendo en las mismas gran cantidad de material gráfico (figuras, fotos e imágenes). Del mismo modo, ha sido frecuente el uso de catálogos industriales de los distintos instrumentos de medida, con el fin de que el alumno se familiarice con la práctica industrial.

Los seminarios realizados versaron sobre los temas que se indican a continuación:

#### **Seminario I:** *Biosensores.*

**Seminario II:** *P & I de una estación depuradora de aguas residuales urbanas.*

**Seminario III:** *Instrumentación y control de una planta de energía eólica.*

**Seminario IV:** *Instrumentación y control de una almazara.*

**Seminario V:** *Instrumentación y control de una bodega.*

**Seminario VI:** *Instrumentación y control de una fábrica de pinturas.*

El seminario I fue propuesto por los profesores. Los seminarios II y III fueron sugeridos por los alumnos. Los seminarios IV, V y VI fueron propuestos por los profesores y se expusieron una vez realizada la visita a la correspondiente instalación industrial. La elección de los seminarios así como la organización de los grupos de trabajo fue realizada por los propios alumnos. Las fechas para las exposiciones de los mismos se fijó de acuerdo con la programación temporal prevista en la asignatura.

La práctica propuesta, diseñada como una actividad propia de su profesión fue la misma para todos los alumnos y se desarrolló de manera individual, consistiendo en los siguientes apartados:

- Estudio de los elementos de un lazo de regulación propuesto.
- Selección de componentes de un lazo de control mediante catálogos de instrumentación en Internet.
- Selección de los instrumentos necesarios para la instalación propuesta.

Las instalaciones industriales que fueron visitadas durante el curso fueron:

**Visita I:** *Sistema automático de información hidrológica de la cuenca hidrográfica del Guadalquivir.* Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas. Ministerio de Medio Ambiente. Sevilla.

**Visita II:** *Bodegas Vinícola del Condado. Sociedad Cooperativa Andaluza.* Bollullos par del Condado. Huelva.

**Visita III:** *Almazara San Isidro.* Bollullos par del Condado. Huelva.

**Visita IV:** *Fábrica y secaderos de embudidos ibéricos de Sánchez Romero Carvajal.* Jabugo. Huelva.

**Visita V:** *Fábrica de Industrias Químicas EUROTEx, S. A.* El Viso del Alcor. Sevilla.

En cuanto a las tutorías dirigidas, tanto para la exposición de los seminarios como para la entrega de las prácticas, se fijó como imprescindible la asistencia mínima a una de ellas con el profesor correspondiente. En dichas tutorías, los alumnos presentaban un borrador de lo que sería su posterior exposición en el seminario o su definitivo informe de prácticas, y el profesor realizaba una labor de orientación acerca de distintas facetas de las mismas: posibles recortes, posibles mejoras, modos de presentación, énfasis en aspectos más importantes en detrimento de otros, duración prevista de la exposición, modos de elaboración de informes, presentación de los mismos, etcétera.

Una vez realizadas todas las actividades anteriormente descritas, el criterio de evaluación del trabajo del alumno durante el cuatrimestre durante el cuatrimestre se ajustó a la ponderación que aparece reflejada a continuación:

Tabla 1. Sistema de evaluación de la asignatura.

Actividad	Contribución a la nota final (%)
Examen	70
Seminario	15
Práctica	15

La evaluación de los seminarios se realizó conjuntamente por los alumnos y el

profesorado, correspondiendo a este último el 70% de la nota. Los aspectos evaluados fueron: presentación, capacidad de comunicación, nivel de contenidos y dominio del tema.

Una vez obtenida la nota de cada alumno, se tuvieron también en cuenta la asistencia a las clases, la asistencia a los seminarios de los compañeros, la asistencia a las visitas concertadas y la entrega de una valoración personal por escrito de las mismas, y la participación activa en las distintas actividades.

Finalmente, cuando el curso concluyó se pidió a los alumnos su valoración acerca de esta nueva oferta de enseñanza-aprendizaje. Esta valoración se realizó pasándoles un cuestionario de preguntas diseñado a partir de la Guía III del Programa Andaluz de Formación del Profesorado Universitario. El modelo para el mismo se recoge al final de este trabajo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las clases teóricas, la profusión de catálogos, fotos e imágenes ha facilitado la exposición de las mismas, al mismo tiempo que ha contribuido enormemente a la creación de un ambiente participativo en la clase, en el que el alumno ha perdido el miedo a preguntar, en el que se han podido resolver pequeños problemas planteados sobre la marcha, tanto por parte del profesor como por parte de ellos mismos y en el que el interés por el aprendizaje ha sido la nota más relevante.

Los seminarios fueron realizados por el 100% de los alumnos a pesar de que eran voluntarios. A medida que transcurrió el curso las exposiciones mejoraron sensiblemente,

generándose cierta competencia y espíritu de superación entre los alumnos. Las notas obtenidas oscilaron entre 6,5 y 9,1 (nota media: 7,6). Se observó que la nota media asignada por los alumnos estaba siempre por encima de la de los profesores. No obstante, éstos valoran muy positivamente esta experiencia pues exigía al alumno una mayor atención a los seminarios para su evaluación posterior y le mostraba la dificultad de una evaluación objetiva.

Al igual que los seminarios, las prácticas fueron realizadas por el 100% de los alumnos a pesar de su voluntariedad. Las notas obtenidas oscilaron entre 5,3 y 9,8 (nota media: 7,9). Esta práctica tuvo un alto grado de aceptación ya que acercó al alumno al mundo profesional a través de una herramienta que para ellos es muy atractiva: Internet.

Las visitas despertaron sumo interés en los alumnos y estimularon sus deseos de incorporación al mundo del trabajo, de modo que los propios alumnos ya se han sentido con capacidades para ello, incluso con potencialidades para mejorar muchos aspectos de los procesos e instalaciones visitadas. Algunos grupos de alumnos tuvieron la iniciativa de concertar su propia visita para obtener más información para la realización de sus seminarios.

En cuanto a las tutorías, aunque la primera fue una cita individual y concertada por el profesor, se consiguió un buen clima de confianza alumno-profesor que facilitó las relaciones personales durante el cuatrimestre. A partir de la asignación de los seminarios, la labor tutorial se centró en los grupos de trabajo. El uso de la tutoría por estos fue intenso debido a la gran acogida de esta oferta de aprendizaje.

La nota del examen escrito osciló entre 3,3 y 9,0 (nota media: 6,2).

Por último, la nota final total osciló entre 4,3 y 9,0 (nota media: 7,0), superando con éxito el primer cuatrimestre de la asignatura el 89,5% de los alumnos.

La valoración de esta experiencia por parte de los alumnos aparece recogida en la tabla 2.

Como puede observarse, la experiencia propuesta fue valorada muy positivamente por el alumnado, tanto en los aspectos

metodológicos como de organización y evaluación. Es de destacar que en opinión de los alumnos, su rendimiento académico aumentó respecto a sus expectativas iniciales en esta asignatura.

Las tres últimas preguntas del cuestionario, de tipo abierto, estuvieron encaminadas a revelar los puntos fuertes y débiles de esta experiencia y a obtener información sobre posibles propuestas de mejora para cursos posteriores. Un resumen de lo expuesto por los alumnos aparece recogido en la tabla 3.

Tabla 2. Nota media asignada a cada pregunta del cuestionario de evaluación.

1	El profesor ha sido claro en el establecimiento de pautas para la realización de las distintas actividades propuestas	3,4
2	Las actividades diseñadas suscitaron interés y participación del alumno	3,5
3	Los temas tratados en seminarios, trabajos y visitas han sido adecuados para superar con éxito la asignatura	3,5
4	El tiempo dedicado al trabajo de clase ha sido suficiente	3,3
5	El tiempo dedicado al trabajo en grupo ha sido suficiente	3,3
6	El tiempo dedicado al trabajo individual ha sido suficiente	3,3
7	Esta nueva oferta de aprendizaje ha desarrollado en el alumno habilidades y destrezas imprescindibles para la vida profesional: resolver problemas, hablar en público, trabajar en grupo, conocimientos de informática, búsqueda y selección de información...	3,5
8	Actitud más positiva del alumno respecto a la utilización de las tutorías	3,2
9	El rendimiento académico del alumno aumenta con esta oferta respecto a sus expectativas iniciales	3,3
10	Con esta oferta de aprendizaje el profesor ha conseguido mayor participación del alumno en la asignatura	3,7
11	Se incrementa el trabajo personal del alumno en relación con el que se realiza en la enseñanza tradicional	3,6
12	Esta oferta de aprendizaje podría extenderse al resto de las asignaturas del curso	3,6
13	Los criterios de evaluación de cada una de las actividades han sido claras desde el principio del curso	3,5
14	Los criterios de evaluación para cada una de las actividades han sido equilibrados	3,3
15	El alumno valora positivamente esta oferta de aprendizaje	3,6

Tabla 3. Respuestas a las preguntas abiertas del cuestionario de evaluación.

16	<p>¿Qué elementos de esta forma de enseñanza-aprendizaje han resultado positivos?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor comunicación profesor-alumno y alumno-alumno.</li> <li>- Desarrollo de la asignatura y métodos de evaluación más prácticos.</li> <li>- Métodos de trabajo más activos y eficaces.</li> <li>- Desarrollo de otras facetas personales.</li> <li>- Mayor interés por los alumnos.</li> <li>- Esfuerzo e interés por el profesorado.</li> <li>- Aprendizaje de trabajo en grupo.</li> <li>- Visitas a industrias.</li> <li>- Aprendizaje para la exposición.</li> <li>- Investigación y búsqueda de información.</li> <li>- Pérdida del miedo a hablar en público.</li> <li>- Aplicación de lo aprendido a la vida profesional.</li> </ul>
17	<p>¿Merece la pena mantener esta forma de enseñanza-aprendizaje?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Merece la pena.</li> <li>- Hay que seguir en esta línea, mejorándola.</li> <li>- Sí, porque mejora con creces al resto de las asignaturas.</li> <li>- Sí, pero sólo se puede hacer con una pequeña ratio alumno-profesor.</li> <li>- Sí, mucho mejor que coger apuntes.</li> <li>- Se debe extender al resto de las asignaturas.</li> <li>- Sí, ha sido muy beneficiosa.</li> <li>- Sí, abre posibilidades a otros campos de trabajo.</li> <li>- Sí, porque la calificación no depende sólo del examen.</li> <li>- Sí, el alumno se identifica más con la asignatura.</li> </ul>
18	<p>¿En caso de mantener dicha oferta, qué aspectos deben modificarse y en qué sentido?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Más tutorías.</li> <li>- Más tiempo para hablar en público.</li> <li>- Está bien como se ha hecho.</li> <li>- Mayor número de visitas.</li> <li>- Más tiempo para manejo de aparatos de control.</li> <li>- Más medios en el Centro para poder realizar los trabajos.</li> <li>- Reducir el ritmo de las explicaciones.</li> </ul>

En la tabla 3 se pone de nuevo de manifiesto el alto grado de satisfacción de los alumnos con esta experiencia. Además se ha desarrollado una actitud más exigente en ellos mismos, con una demanda de aumento del número de actividades y de la diversidad de las mismas.

## CONCLUSIONES

El método empleado en las clases teóricas, los seminarios, las prácticas en aulas de informática, las visitas a instalaciones industriales y las tutorías tanto voluntarias como dirigidas, que han constituido los pun-

tos clave del método experimentado, han proporcionado una forma más útil y atractiva para el aprendizaje del alumnado.

Por otra parte, la experiencia ha permitido hacer una primera aproximación entre los actuales créditos de la asignatura *Regulación de Procesos Químicos* y los futuros ECTS. En este caso, y considerando sólo el primer cuatrimestre, la asignatura tendría 4,5 créditos. Teniendo en cuenta todo el trabajo realizado por los alumnos, se estima que la media de horas dedicadas por cada uno de ellos ha sido de 150 lo cual supondría, aplicando el coeficiente medio propuesto por la Unión Europea (27,5 horas/crédito), una equivalencia de 5,5 ECTS.

El método empleado conlleva más trabajo para el profesorado, en cuanto a preparación, horas de dedicación, horas con los alumnos, etc., pero el resultado final ha sido enormemente satisfactorio, dado el alto porcentaje de aprobados y el alto grado de satisfacción derivado de los cuestionarios.

Finalmente, indicar que para este equipo docente la experiencia ha resultado gratificante y estimulante por los siguientes aspectos:

- Mayor implicación y dedicación a las tareas docentes.
- Mejora en las relaciones personales alumno-profesor.
- Mayor conocimiento del alumnado.

- Mejora en las relaciones personales alumno-alumno.
- Aprendizaje más eficaz.

Como conclusión final de esta experiencia piloto puede decirse que el fracaso es menor cuando el proceso de enseñanza-aprendizaje se orienta de otro modo.

## REFERENCIAS

- ÁLVAREZ ROJO, V. (dir.) (1998): *Profundizando en la calidad de la enseñanza: aportaciones de los profesores mejor evaluados en la Universidad de Sevilla*. ICE, Universidad de Sevilla.
- ÁLVAREZ ROJO, V. (dir.) (2000): *Propuestas del profesorado bien evaluado para potenciar el aprendizaje de los estudiantes*. ICE, Universidad de Sevilla.
- COMISIÓN DE DOCENCIA DE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA (1995): *Didáctica Universitaria*.
- MAYOR RUIZ, C., y SÁNCHEZ MORENO, M. (2000): *El reto de la formación de los docentes universitarios. Una experiencia con profesores noveles*. ICE, Universidad de Sevilla.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA, Y DEPORTE (Febrero 2003): *La integración del Sistema Universitario Español en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior*. Documento marco.
- UNIDAD PARA LA CALIDAD DE LAS UNIVERSIDADES ANDALUZAS (2003): *Proyecto Andaluz de Formación del Profesorado Universitario. Guía III*.



**CUESTIONARIO PARA LOS ALUMNOS DE LA ASIGNATURA  
DE REGULACIÓN DE PROCESOS QUÍMICOS PARA EVALUAR LA NUEVA OFERTA  
DE APRENDIZAJE DEL PRIMER CUATRIMESTRE DE LA ASIGNATURA**

Las universidades europeas iniciaron en 1998 un proceso de armonización de programas y titulaciones, con objeto de que las titulaciones obtenidas en un país sean válidas en cualquier país que suscriba el acuerdo. Uno de los principales aspectos de este proceso es la implantación del nuevo *sistema de créditos europeos* (ECTS). Este crédito no se basa en el número de clases teóricas que imparte el profesor, sino en el trabajo del alumno (asistencia a clase, tutorías, prácticas, estudio en casa, seminarios, trabajos monográficos, etc.). Como un intento de aproximarnos a este nuevo modelo, durante el primer cuatrimestre del curso 02/03 de la asignatura *Regulación de Procesos Químicos*, se ha ofertado un nuevo sistema de aprendizaje que se ha basado no

sólo en la asistencia a clase, sino al trabajo del alumno en seminarios, trabajos monográficos, visitas a diversas instalaciones industriales y tutorías dirigidas.

Con este cuestionario pretendemos conocer tu opinión sobre el desarrollo de la asignatura, para irnos adaptando poco a poco al ECTS, teniendo en cuenta si se cubren tus necesidades y expectativas.

Es este cuestionario hay 15 preguntas en las que se pide que señales si estás *Muy en desacuerdo* (1), *En desacuerdo* (2), *De acuerdo* (3) o *Muy de acuerdo* (4). A continuación, encontrarás 3 cuestiones que debes justificar según tu criterio.

1	El profesor ha sido claro en el establecimiento de pautas para la realización de las distintas actividades propuestas	1	2	3	4
2	Las actividades diseñadas suscitaron interés y participación del alumno	1	2	3	4
3	Los temas tratados en seminarios, trabajos y visitas han sido adecuados para superar con éxito la asignatura	1	2	3	4
4	El tiempo dedicado al trabajo de clase ha sido suficiente	1	2	3	4
5	El tiempo dedicado al trabajo en grupo ha sido suficiente	1	2	3	4
6	El tiempo dedicado al trabajo individual ha sido suficiente	1	2	3	4
7	Esta nueva oferta de aprendizaje ha desarrollado en el alumno habilidades y destrezas imprescindibles para la vida profesional: resolver problemas, hablar en público, trabajar en grupo, conocimientos de informática, búsqueda y selección de información...	1	2	3	4
8	Actitud más positiva del alumno respecto a la utilización de las tutorías	1	2	3	4
9	El rendimiento académico del alumno aumenta con esta oferta respecto a sus expectativas iniciales	1	2	3	4
10	Con esta oferta de aprendizaje el profesor ha conseguido mayor participación del alumno en la asignatura	1	2	3	4
11	Se incrementa el trabajo personal del alumno en relación con el que se realiza en la enseñanza tradicional	1	2	3	4

12	Esta oferta de aprendizaje podría extenderse al resto de las asignaturas del curso	1	2	3	4
13	Los criterios de evaluación de cada una de las actividades han sido claras desde el principio del curso	1	2	3	4
14	Los criterios de evaluación para cada una de las actividades han sido equilibrados	1	2	3	4
15	El alumno valora positivamente esta oferta de aprendizaje	1	2	3	4
16	¿Qué elementos de esta forma de enseñanza-aprendizaje han resultado positivos?				
17	¿Merece la pena mantener esta forma de enseñanza-aprendizaje?				
18	¿Merece la pena mantener esta forma de enseñanza-aprendizaje?				