

**ADA-Madrid**



# Relada

(Revista Electrónica de ADA)

**Vol. 5 (3) 2011**

ISSN: 1988-5822



## Desarrollo de recursos didácticos para el apoyo al aprendizaje de Ingeniería Química de los estudiantes del Grado en Química

Rubén Miranda, M<sup>a</sup> Isabel Guijarro, Miguel Ladero y Mercedes Oliet\*

Dpto. Ingeniería Química, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Complutense de Madrid. Av. Complutense s/n, 28040 Madrid (España)  
[moliet@quim.ucm.es](mailto:moliet@quim.ucm.es)

**Resumen:** Este trabajo describe la metodología seguida en el desarrollo de un proyecto de innovación docente aprobado para el curso 2010/11 en la Universidad Complutense de Madrid. El objetivo principal del proyecto es la elaboración y montaje de material didáctico para la adquisición de competencias específicas y transversales de los estudiantes en la asignatura de Ingeniería Química del Grado en Químicas, con la posibilidad de su integración en Campus Virtual o en CD-Rom. Se analizará cómo se han seleccionado los recursos didácticos necesarios así como cuáles han sido las principales dificultades encontradas en el desarrollo de los mismos. Este proyecto surge del acuerdo de todos los profesores involucrados en la docencia de la misma, un total de 17, entre profesores de teoría, prácticas y seminarios. El número de estudiantes potenciales que se beneficiarán de los materiales desarrollados será de 250-300 alumnos por curso académico.

**Palabras clave:** Ingeniería Química. Material didáctico. Autoaprendizaje. Adquisición de competencias. EEES.

**Abstract:** This work describes the methodology that is currently being developed in a teaching innovation project approved for the 2010/11 academic year at the Complutense University of Madrid. The main aim is to design and create learning resources to help students, studying the “Chemical Engineering” subject of the “Chemistry” degree, to develop specific and transversal skills. The material will be suitable for integration in the Virtual Campus or for distribution on CD-Rom discs. The selection of the learning resources and the main difficulties found in the development of these resources will be analyzed. This project is based on an agreement of all the professors involved in teaching this subject, 17 in total including theory, practice and seminar professors. The number of potential students that could benefit from these developed learning resources will be around 250-300 per academic year.

**Keywords:** Chemical Engineering. Learning resources. Self-learning. Skills based education. ESHE.

## INTRODUCCIÓN

La asignatura “Ingeniería Química” se imparte en el 2º curso del Grado en Química ofrecido por la Universidad Complutense de Madrid desde el curso 2009/10. Se trata de una asignatura de carácter obligatorio perteneciente al módulo Fundamental. Su docencia está a cargo del Departamento de Ingeniería Química de la Facultad de Ciencias Químicas y tiene asignados 9 créditos ECTS, distribuidos de la siguiente forma: 5,2 corresponden a clases teóricas, 2 a seminarios, 0,4 a tutorías dirigidas, 0,6 a actividades prácticas y 0,8 a la preparación de trabajos y exámenes. En total se computan 225 horas del alumno: 80 horas presenciales y 145 de trabajo autónomo. El número de alumnos matriculados en esta asignatura asciende a 250-300.

Para el tipo de estudiantes que cursan esta asignatura, con pocos conocimientos de Termodinámica y de Química Orgánica, la Ingeniería Química resulta ser una disciplina nueva y bastante ajena a su formación previa, lo que hace difícil su enseñanza y aprendizaje. En los últimos años (Licenciatura en Químicas, Plan 1999), solamente aprueban, por término medio, un 35% de los alumnos matriculados. Los datos del primer curso en que se ha impartido esta asignatura en el Grado en Química indican un alto porcentaje de fracaso (22% sobre matriculados y 38% sobre presentados) y/o abandono (41% de no presentados sobre el total de matriculados). Estos insatisfactorios resultados académicos han hecho reflexionar a los profesores de la asignatura sobre la necesidad de llevar a cabo nuevos esfuerzos destinados a facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En contraste con lo que ha venido sucediendo en los planes de estudios anteriores, en los que el modelo de enseñanza se centraba casi exclusivamente en el trabajo del profesor y en las clases magistrales, con la implantación de los nuevos títulos de Grado se resalta la importancia de la mayor implicación del alumno en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En este proceso, dirigido a la adquisición y desarrollo de competencias, así como a los procedimientos para evaluar su adquisición, las metodologías activas de enseñanza-aprendizaje juegan un papel muy importante implicando al alumno y al profesor (Sánchez y Gairín, 2008).

Los objetivos de enseñanza-aprendizaje que pueden alcanzarse con una plataforma o sistema “on-line” dependerán de las estrategias didácticas que el profesor sea capaz de desarrollar con sus alumnos (Gacitúa Araneda, 2005). Por ello es importante a la hora de diseñar los recursos reflexionar sobre las necesidades y carencias reales de los estudiantes.

Aun partiendo de la base de que, a priori, todos los estudiantes están motivados, es cierto que el número de asignaturas matriculadas y la disponibilidad temporal de cada uno de ellos varía bastante, lo que conlleva una dedicación distinta a las tareas concernientes a las diferentes asignaturas. La tónica general de las clases magistrales es la presencia casi siempre pasiva del alumno en el aula, tomando apuntes como única actividad y con una escasa implicación en su aprendizaje. El estudio de la asignatura, así como la resolución de dudas, se concentra en una semana antes del examen, lo que suele traducirse en una baja tasa de éxito. La existencia de un elevado número de alumnos en los primeros cursos, la idea de que es posible cubrir todo el contenido de un programa, y de que es una forma efectiva de dar información a

los estudiantes, ha sido hasta ahora la clave del uso tan extendido de la clase magistral.

El profesor debe no solo conocer la materia que ha de enseñar a sus alumnos, sino también ser capaz de considerar las limitaciones que éstos tienen y ofrecerles, en la medida de lo posible, una mayor flexibilidad en cuanto a formas de aprendizaje, adaptándose a sus necesidades específicas y motivaciones. Además, la sociedad está demandando alumnos que no tengan únicamente los conocimientos necesarios correspondientes a la titulación que posean, sino que se les exige unas actitudes y aptitudes para el desempeño adecuado del trabajo que van a realizar. El profesor ha de apoyar un aprendizaje basado más en la calidad que en la cantidad de conocimientos transmitidos, y centrado en el desarrollo de las competencias necesarias para un buen desempeño de la profesión.

Aquí entra en juego el apoyo docente con herramientas y recursos didácticos como los que se elaboran en este proyecto de innovación docente. La experiencia docente previa de los profesores de la asignatura y el análisis de las encuestas de opinión realizadas a los alumnos en anteriores cursos han permitido establecer las carencias y necesidades de los alumnos, así como cuáles son los fallos más habituales que cometen en su aprendizaje, de ahí la importancia de ser estos profesores los que diseñen el conjunto de herramientas y recursos didácticos para el apoyo docente de la asignatura. De hecho, una de las quejas más extendidas de los alumnos ha sido precisamente la falta de información y de recursos de apoyo. Además, el temario les ha resultado extenso, hay pocos libros en la biblioteca disponibles y les parece que reciben demasiada información en las actividades prácticas como para poder ser asimilada correctamente.

La asignatura del Grado, respecto a la que se impartía en el tercer curso de la Licenciatura, se ha reducido en contenido, pero se han incorporado una serie de actividades nuevas que pretenden la mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje buscando una evaluación continua del trabajo del alumno y un apoyo a las clases teóricas. Así, los contenidos de la asignatura de Ingeniería Química se presentan a los estudiantes mediante clases teóricas, seminarios, tutorías programadas con trabajos dirigidos y actividades prácticas. Además, cada una de las actividades docentes propuestas en la asignatura llevan asociadas el desarrollo de una serie de competencias generales, específicas y transversales.

La metodología actual de la asignatura se basa en la utilización de presentaciones y apuntes apoyados en bibliografía básica muy diversa. Dada esta situación, se considera necesario desarrollar nuevos recursos didácticos, integrarlos en torno al temario de la asignatura y a los objetivos de la misma y explicar al estudiante como puede aprovecharlos para comprender los conceptos presentados en el aula. Otro aspecto que se considera importante para mejorar el autoaprendizaje de esta asignatura es la posibilidad de incorporar sistemas de entrenamiento en la resolución de problemas. Este punto es clave en el aprendizaje de una disciplina práctica como la Ingeniería Química, ya que facilita la comprensión de conceptos básicos a través de la aplicación de los mismos.

Con todos estos antecedentes los profesores de la asignatura han decidido introducir como estrategia didáctica para la docencia de la asignatura

Ingeniería Química una serie de recursos que permitan la combinación de la clase magistral participativa con el aprendizaje dinámico del alumno. El poner a su disposición un conjunto de recursos que favorezcan la autoformación, que sirva de apoyo y mejora de las distintas actividades en que se presenta la asignatura, facilitará su trabajo personal y su acercamiento a las técnicas profesionales propias de la Ingeniería Química. Consecuentemente, el principal objetivo de este proyecto se puede definir como el desarrollo de material didáctico estructurado y orientado a la adquisición de competencias específicas y transversales por parte de los estudiantes de Ingeniería Química del Grado en Química, que estará a disposición de los alumnos en el Campus Virtual o mediante CD-Rom, con el fin de potenciar el aprendizaje y autoaprendizaje de esta asignatura.

Se trata de incorporar recursos didácticos ligados a las diferentes actividades de la asignatura (clases teóricas, seminarios, tutorías y trabajos dirigidos, actividades prácticas), incluyendo una guía de autoevaluación con preguntas y cuestiones que indiquen al alumno el grado de comprensión y aprendizaje alcanzado. Todo ello se apoya en el modelo de enseñanza centrado en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, modelo que está dirigido a la adquisición y desarrollo de competencias así como a los procedimientos para evaluar su adquisición.

## METODOLOGÍA

El material didáctico a desarrollar se ha estructurado en torno a cuatro líneas de actuación o bloques, interrelacionados tal y como se muestra en la Fig. 1:



Figura 1. Objetivos y líneas de actuación del proyecto de innovación docente.

- Línea de actuación 1: Recopilación de recursos de utilidad para los alumnos, a modo de repositorio virtual.
- Línea de actuación 2: Diseño de un laboratorio virtual para que el estudiante lo utilice para su autoaprendizaje.

- Línea de actuación 3: Creación de una serie de actividades de apoyo al aprendizaje destinadas a reforzar aquellos conceptos o habilidades en los que los estudiantes suelen tener dificultades o carencias importantes.
- Línea de actuación 4: Creación de actividades de autoevaluación, necesarias para guiar al estudiante en su trabajo de aprendizaje individual.

Por cada línea de actuación se ha creado un grupo de trabajo, coordinado por un profesor responsable, que se reúne periódicamente con los profesores del grupo de trabajo. Los profesores de la asignatura, hasta un total de diecisiete, participan en una o varias líneas de actuación en función de su experiencia y sus capacidades. Una vez elaborados todos esos materiales se adaptarán para su incorporación al Campus Virtual o su presentación en un CD-Rom, de forma que esté disponible para toda la comunidad educativa. Finalmente, la realización de encuestas de opinión a los estudiantes permitirá valorar cuál ha sido el grado de utilidad de los recursos desarrollados en su aprendizaje. De esta forma, se evalúa el proceso de aprendizaje y se detectan posibles fallos, siempre con vistas a una mejora continua del aprendizaje y la calidad docente.

## **RECURSOS DIDÁCTICOS A DESARROLLAR**

A continuación se describen detalladamente cada uno de los bloques o líneas de actuación del proyecto de innovación docente.

### **Creación de un repositorio de recursos de ayuda al autoaprendizaje**

Esta línea de actuación está basada en la creación de una serie de herramientas específicas para el aprendizaje de la asignatura que cubren tanto las carencias en términos de recursos para poder llevar a cabo los trabajos propuestos en las tutorías de la asignatura, como otros elementos de carácter más general que permitan dirigir a los alumnos hacia fuentes de información fiables, y al mismo tiempo, despertar el interés y curiosidad de los estudiantes por la materia. También se quiere enseñar a los alumnos a usar adecuadamente la Biblioteca de la Universidad Complutense y las diferentes bases de datos especializadas en la materia. De esta manera se pretende paliar la falta de información y de recursos de apoyo para el estudio de la asignatura que mencionan los alumnos en las encuestas de opinión.

La elaboración del repositorio no se limita a la búsqueda, selección, clasificación y puesta a disposición del estudiante de diferentes formas de información, sino que también incluye material docente de nueva creación, entre el que destaca un glosario de términos utilizados habitualmente en la asignatura, una guía de recursos de la Biblioteca de la Universidad Complutense, una serie de recursos “on-line” a modo de repositorio digital y una compilación de enlaces de interés en Internet de interés para los estudiantes.

## **Desarrollo de un laboratorio virtual de la asignatura**

En una enseñanza eminentemente práctica como la Ingeniería Química, la realización de prácticas de laboratorio es de vital importancia para conseguir un aprendizaje integrado y efectivo. Los alumnos del Grado en Química tienen diferentes asignaturas específicas de prácticas en laboratorio orientadas a desarrollar la destreza necesaria en el trabajo de laboratorio y el razonamiento crítico en diferentes áreas de la Química, pero no en Ingeniería Química. Por ello se ha estimado conveniente el llevar a cabo una serie de prácticas virtuales básicas de Ingeniería Química con las que el alumno podrá aprender y familiarizarse con elementos prácticos de esta disciplina y que les permitirá obtener un mayor grado de comprensión de los conceptos manejados en la asignatura. Se han llevado a cabo cuatro prácticas virtuales, atendiendo a los grandes bloques en los que se divide la asignatura: fluidodinámica, operaciones de separación (una práctica de destilación y otra de sedimentación) y cinética química. Estos materiales se construyen sobre la filmación de prácticas de laboratorio que se estructura de la siguiente forma: a) información previa a la práctica, b) realización de la práctica y toma de datos, c) interpretación de los resultados y d) autoevaluación. Ejemplos de desarrollo de laboratorios virtuales en Física, por ejemplo, pueden encontrarse en Ablanque y col. (2008, 2009).

Asimismo también se ha considerado de interés para el aprendizaje de los alumnos la elaboración de vídeos de ciertas instalaciones industriales representativos de algunos de los procesos industriales de relevancia en el ámbito de la Ingeniería Química. Estas visitas virtuales pretenden sustituir a las visitas a instalaciones industriales que realizan típicamente los alumnos de la Titulación de Ingeniería Química y que han demostrado ser de gran utilidad para los alumnos también en otras disciplinas (Callejo y col., 2008). Además, también se ha llevado a cabo una visita virtual a la fábrica experimental de la Facultad de Ciencias Químicas, con el fin de que los estudiantes se familiaricen también con el tipo de I+D que se lleva a cabo en el Departamento de Ingeniería Química.

En este bloque es donde se presentan mayores dificultades, debido a la dificultad para obtener los permisos para la filmación de determinadas instalaciones industriales. Al igual que ocurre con las prácticas virtuales, las visitas virtuales dispondrán de fichas con información previa para el máximo aprovechamiento de las mismas.

## **Actividades de apoyo al aprendizaje desarrolladas para suplir las carencias en aspectos determinados del aprendizaje de la asignatura**

A lo largo de los años de docencia en el plan de estudios anterior, se han detectado una serie de necesidades específicas del estudiante en cuanto al aprendizaje de la asignatura. Estos problemas también son comunes en los estudiantes de la Titulación de Ingeniería Química, pero son solventados desde el inicio por los profesores de la titulación. Sin embargo, los estudiantes de Ingeniería Química del Grado en Químicas no tienen esa formación previa que les permitiría suplir estas carencias, por lo que se ha considerado necesario trabajar específicamente en ellas. Estas necesidades son básicamente tres:

- a) Los alumnos encuentran dificultades al cambiar de unidades cuando realizan ejercicios prácticos de cierta complejidad. Para solventar esta deficiencia se incluyen actividades sobre diferentes sistemas de cambio de unidades enlazadas a un conversor que permita al alumno comprobar sus operaciones.
- b) Los alumnos tienen problemas en la interpretación de diagramas de flujo de procesos industriales, debido a que no conocen la simbología utilizada. Para cubrir esta necesidad se trabaja en la descripción de procesos de la industria química con diferentes ejemplos gráficos comentados. Asimismo, se desarrollan unas guías básicas sobre cómo utilizar diferentes programas informáticos (unos gratuitos y otros incluidos dentro del paquete de Microsoft Office) para construir este tipo de diagramas.
- c) Los alumnos tienen dificultades en el aprendizaje en la resolución de los problemas o cálculos numéricos de la asignatura, incluyendo el uso de diagramas. Por ello se ha considerado de gran utilidad realizar un compendio de problemas resueltos o con sólo la solución. Se confecciona una colección introductoria y de dificultad creciente, que muestre con mayor claridad cómo los conceptos aprendidos durante las clases de teoría se aplican a la resolución de los diferentes tipos de problemas. Además, se elaboran unas guías relacionadas con el uso y utilidad de los distintos diagramas y gráficos manejados en las clases, aplicándolos al desarrollo de problemas tipo.

### **Autoevaluación**

La autoevaluación del grado de aprendizaje es un elemento clave e imprescindible en el proceso enseñanza-aprendizaje cuando una gran parte del esfuerzo en el aprendizaje lo tiene que llevar a cabo el estudiante, que se convierte en protagonista del proceso. La autoevaluación permite saber si los objetivos de aprendizaje se han cumplido además de favorecer la asunción de responsabilidades del estudiante en su propio aprendizaje. En este bloque se incluyen ejercicios diferentes que permitan la autoevaluación de actividades realizadas con el material didáctico elaborado y de los conceptos explicados en las clases teóricas, tutorías y actividades prácticas y en los problemas de los seminarios, pero también diseñados para atraer la curiosidad del alumno.

### **CONCLUSIONES**

Con el apoyo del material que se desarrolle en este proyecto de innovación se pueden conseguir importantes cambios en el alumno al que va dirigido, como son: el control de su propio aprendizaje, el desarrollo de iniciativas propias y la autonomía de trabajo, y la adquisición de hábitos, competencias, habilidades y destrezas que con una enseñanza solamente presencial no puede lograrse. De esta forma, se potencia la actitud más activa de los alumnos en el proceso de aprendizaje, logrando una mejora en los resultados obtenidos por los alumnos, tal y como se ha demostrado que puede conseguirse en iniciativas similares (Boltes y Rosal, 2010).



Además de paliar la escasez de materiales adaptados de forma específica a los conocimientos de los estudiantes de esta asignatura, los materiales desarrollados se han diseñado en forma de módulos que faciliten su utilización también en otras asignaturas afines pero con peculiaridades específicas, fundamentalmente en el Grado de Ingeniería Química. El proyecto también constituye una oportunidad para incrementar, si cabe, la coordinación y puesta en común de recursos y metodologías docentes por parte de todos los profesores que imparten la asignatura, habiéndose reconocido este trabajo conjunto como una experiencia muy enriquecedora y valiosa de cara al desarrollo de la actividad docente de los profesores. El proyecto de innovación iniciado en este curso pretende tener una continuidad en el tiempo, de forma que cada curso se añadan nuevos materiales y se adapten a las nuevas necesidades/carencias detectadas mediante la autoevaluación del proceso del aprendizaje.

### BIBLIOGRAFÍA

- Ablanque, J., Benito, R.M., Losada, J.C., Arranz, F.J., Seidel, L., Cámara, M.E. y Borondo, F. (2008). Laboratorio Virtual de Física en e-learning. Relada 2, 3, pp. 131-136.
- Ablanque, J., Benito, R.M., Losada, J.C. y Seidel, L. (2009). Evaluación de competencias en la asignatura Laboratorio Virtual de Física. Relada 3, 2, pp. 110-117.
- Boltes, K. y Rosal, R. (2010). Restructuración de asignaturas de Ingeniería Química para su adaptación al EEES mediante la utilización de TIC. Relada 4, 3, pp. 183-190.
- Callejo, M.J., González, M.C., Aguado, A. y Bermejo, A.M. (2008). Adaptación al EEES de asignaturas con contenidos en Industrias Agroalimentarias en la E.T.S.I. Agrónomos. Relada 2, 2, pp. 72-76.
- Sánchez, P. y Gairín, J. (2008). Planificar la formación en el Espacio Europeo de Educación Superior. Madrid. Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad Complutense de Madrid.
- Gacitúa Araneda, J.C. (Dir.) (2005). Sobreviviendo a la educación on line. Manual para utilizar recursos de Internet en el aula. Salamanca. Demiurgo Ediciones de la Escuela Universitaria de Magisterio Luis Vives.

Recibido: 11 marzo 2011.  
Aceptado: 11 abril 2011.