

Enseñanza de la Química

MODIFICACIÓN DE TÉCNICAS DIDÁCTICAS EN UNA ASIGNATURA DE QUÍMICA ORGÁNICA

M^a Luisa Gabernet Martí^{*a}, Teresa Pardo Vicente^a, M^a Dolores Esteve Rodríguez^a

RESUMEN

En este trabajo se presentan las modificaciones de las técnicas didácticas que se han introducido en la docencia de la asignatura “Química Orgánica” de 2º curso, de la titulación de Ingeniería Técnica Industrial, Especialidad Química Industrial, de la Universidad Politécnica de Valencia con el fin de fomentar la participación del alumno y adaptarla al aprendizaje basado en competencias.

Palabras clave: aprendizaje, competencias, créditos, metodologías activas.

MODIFICATION OF DIDACTIC TECHNICAL IN A SUBJECT OF ORGANIC CHEMISTRY

ABSTRACT

In this work the modifications of the didactic techniques are presented that have been introduced in the teaching of the Organic Chemical subject of 2º course, of the degree of Industrial Technical Engineering, Industrial Chemical Specialty, of the Polytechnic University of Valencia with the purpose of to foment the student's participation and to adapt it to the learning based on competences.

Key word: learning, competences, credits, active methodologies

INTRODUCCIÓN

La creación del Espacio Europeo de Educación Superior, EEES, parte de la Declaración de Bolonia de 1998, tiene como finalidad establecer un sistema educativo de calidad, fácilmente homologable, que facilite la integración laboral y posibilite continuar el proceso formativo a lo largo de la vida. Esto exige a los países miembros que modifiquen sus sistemas de enseñanza para que el alumno adquiera, además de los conocimientos específicos de la asignatura, habilidades y destrezas transversales que le capaciten para el futuro profesional¹.

En estos últimos años la Universidad Politécnica de Valencia ha impulsado una serie de acciones para dar respuesta a estos retos: adaptación de los créditos ECTS, enseñanza basada en competencias, empleo de metodologías activas e integración de las técnicas de información y comunicación (TICs) como apoyo y complemento de la enseñanza².

Los créditos ECTS representan el volumen de trabajo que el estudiante debe realizar para superar cada una de las asignaturas. El crédito europeo, ECTS, equivale a 25-30 horas de actividad del alumno, incluyendo clases de teoría, de problemas, de laboratorio, trabajo en grupo, actividades, estudio personal y exámenes.

Para afrontar la enseñanza basada en competencias es preciso determinar los perfiles profesionales de los titulados en términos de competencias, es decir, pericia, aptitud e idoneidad para hacer algo o intervenir en un asunto determinado. Las Competencias

^a Departamento de Química, Universidad Politécnica de Valencia,
C/ Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España, gabernet@qim.upv.es

Específicas propias de cada titulación están recogidas en los Libros Blancos, que se editaron con las propuestas de todas las Escuelas de Ingeniería de España. Dentro de las Competencias Genéricas, según el Proyecto “*Tuning*”,³ podemos distinguir las instrumentales, las interpersonales y las sistémicas. Las competencias instrumentales permiten utilizar el conocimiento como herramienta para conseguir algo. Las competencias interpersonales favorecen la relación con los demás y facilitan los procesos de interacción social. Y las competencias sistémicas potencian la capacidad de visión, integración y relación de las diversas partes de un sistema, pueden diferenciarse como organizativas o emprendedoras.

Una vez completado un proceso de aprendizaje las competencias describen lo que un estudiante sabe o puede demostrar y se deben corresponder con uno de los cuatro niveles de las cualificaciones del EEES (QF-EHEA).

El empleo de Metodologías Activas propiciará que el aprendizaje pase a ser prioritario sobre la enseñanza, convirtiendo al estudiante en el sujeto activo del proceso, al que se le ofrecen un conjunto de oportunidades para adquirir conocimientos y saberlos aplicar oportunamente, fomentando el trabajo autónomo y en grupo. Para ello el profesor debe cambiar su tradicional papel de experto en contenidos, presentador y trasmisor de la información y convertirse, fundamentalmente, en un diseñador de medios, un facilitador del aprendizaje y un orientador del estudiante; por tanto, se programará la asignatura en función de lo que el alumno debe hacer para aprender.

Una de las acciones de integración de las TICs ha sido la implantación, dentro de la web de la Universidad, de la plataforma docente, POLIFORMAT, con un formato común para todas las asignaturas lo que facilita su uso por los alumnos. En esta asignatura de “*Química Orgánica*” los apartados más utilizados de la guía docente son el calendario, los anuncios y los recursos donde se pone a disposición del alumno la bibliografía, el programa detallado, el temario completo, los problemas de cada lección, la normativa de seguridad del laboratorio y los guiones de las prácticas de laboratorio. En la guía docente de la asignatura están seleccionadas las competencias específicas y genéricas en las que se va a trabajar, indicando el nivel de intensidad con el que se contribuye a su logro. Además, figura la descripción general de la asignatura, los conocimientos previos recomendados, la estructuración de los contenidos de las unidades didácticas, la metodología de enseñanza-aprendizaje y las forma de evaluación.

Con estos antecedentes nos planteamos modificar las técnicas didácticas de esta asignatura de *Química Orgánica* con el fin de favorecer la participación activa del alumno y centrar su aprendizaje en las competencias que deben adquirir los alumnos para desarrollar eficazmente su profesión.

OBJETIVOS

El objeto del trabajo es mostrar la modificación en la docencia de la asignatura “*Química Orgánica*”, que se venía impartiendo, por medio de clase magistral, prácticas de laboratorio y examen final. La docencia se ha reformado con el fin de favorecer la participación del alumno y adaptarla a un aprendizaje basado en competencias. La asignatura se imparte en el segundo curso de la titulación de Ingeniería Técnica Industrial, Especialidad Química Industrial, de la Universidad Politécnica de Valencia, es una asignatura troncal, anual y tiene asignados 9 créditos, de los cuales 4,5 son teóricos y 4,5 prácticos,

METODOLOGÍA

El cambio del sistema educativo tradicional, consistente en la transmisión de conocimientos de una determinada asignatura por parte del profesor, al actual modelo centrado en el aprendizaje del alumno, ha supuesto la aplicación, en la asignatura de “*Química Orgánica*”, de una serie de estrategias didácticas.

La planificación de la docencia está limitada por el tiempo, el espacio y el número de alumnos. En el horario semanal de los alumnos figuran dos horas seguidas de aula y una hora de prácticas siendo el número de alumnos matriculados de unos 125.

Las dos horas de aula corresponden a la clase magistral participativa (4,5 créditos) y a la resolución de problemas en grupo (1,5 créditos). Para las prácticas los alumnos se dividen en cinco grupos. La hora semanal de prácticas se redistribuye anualmente realizándose doce sesiones cíclicas de 2,5 horas cada una (3 créditos). A principio de curso realizan cuatro sesiones prácticas de formulación, y a continuación seis sesiones de laboratorio; además, realizan una visita a fábrica que les ocupa 5 horas.

Uno de los trabajos previos fue la elaboración de la Guía Docente de la asignatura; en ella, desde el principio de curso, los alumnos tienen la información detallada del desarrollo del curso, objetivos, estrategias de aprendizaje, competencias que se van a desarrollar, actividades, contenidos y criterios de evaluación, así como las fechas previstas para cada actuación.

La clase magistral⁴ participativa se refiere a una clase donde los alumnos no son sujetos pasivos sino que participan y pueden exponer sus puntos de vista. Toda la explicación se presenta, simultáneamente, en diapositivas de Power Point, procurando ajustarse a la regla ideal de una idea por diapositiva, 6 líneas por pantalla y 6 palabras por línea para que sean de fácil comprensión; como los alumnos ya tienen el temario, en cualquier momento, pueden consultarlo o hacer anotaciones. De esta forma se intenta que aprendan razonando mientras escuchan, procurando enlazar los conceptos nuevos con los anteriores, conectando la teoría con las aplicaciones en la industria y en la vida diaria. Se empieza la clase planteando a los alumnos un ejercicio o alguna pregunta sobre la materia de la clase anterior para recordar y reforzar los conocimientos. Durante la exposición se establece un diálogo con los alumnos mediante preguntas que faciliten la comprensión de lo que se explica y si hace falta aclarar algo, o poner más ejemplos; se utiliza la pizarra (competencias instrumentales).

En la resolución de problemas se pone en práctica el aprendizaje colaborativo⁵. Dentro de la clase los alumnos se organizan en grupos de tres; en cada grupo primero se resuelven los ejercicios individualmente con la ayuda de los apuntes y después se comparan y discuten las soluciones hasta llegar a un consenso. Mientras tanto el profesor va pasando para orientar y resolver dudas. Al final, un alumno, cada vez distinto, sale a la pizarra y expone el resultado correcto a los demás; una vez confrontados los resultados de los distintos grupos se plantean otras posibles alternativas o dudas que los mismos alumnos resuelven entre ellos guiados por el profesor (competencias instrumentales e interpersonales). Para que el aprendizaje colaborativo sea eficaz es indispensable la colaboración activa de todos los miembros del grupo, cada individuo debe aportar sus capacidades y sus ideas deben ser consideradas por todos; antes de entregar un resultado todos los miembros del grupo deben estar de acuerdo.

En el laboratorio los alumnos trabajan en equipos de dos. El objetivo es que adquieran conocimientos por medio de la experimentación y sean capaces de conectar la práctica con la teoría⁶. En todo momento se insiste en crear buenos hábitos de trabajo: cumplir las normas de seguridad en la manipulación de productos químicos, mantener el orden y la limpieza y anotar inmediatamente todas las observaciones en la libreta de laboratorio. Cada sesión comienza con una explicación de los contenidos teóricos básicos por parte del profesor, a partir de los cuales los alumnos analizan la reacción que tendrá lugar y el procedimiento para llevarla a cabo, así como la bibliografía relacionada con las propiedades y manipulación de los reactivos y productos que intervienen en la experiencia. El profesor resuelve las dudas que puedan surgir y orienta si observa que no se está actuando de modo adecuado. Una vez efectuada la experiencia el alumno comprueba si ha trabajado correctamente al obtener el resultado que

había predicho teóricamente; si no es así, se le orienta para que sea capaz de detectar el fallo cometido. Esto permitirá al estudiante desarrollar su capacidad de razonamiento, obligándolo a tomar decisiones, siempre tutelado por el profesor. Además, deben contestar una serie de cuestiones sobre la práctica realizada lo que les motiva a interesarse por todos los detalles y preguntarse su porqué. Algunas de estas cuestiones aparecerán en las preguntas del test de las evaluaciones (competencias instrumentales, interpersonales y sistémicas).

La visita a una fábrica permite a los alumnos tomar contacto con la industria, observar la dimensión real de los equipos, analizar un proceso completo, ver las funciones y tareas de los ingenieros y ejercitar la captación de información⁷.

Es necesario un trabajo previo de planificación detallada por parte del profesor: selección de la fábrica de acuerdo a la materia y proximidad, establecimiento de un calendario, elaboración del guión al que debe ajustarse el informe y publicación de los criterios de evaluación de la actividad. Los alumnos, individualmente, deben buscar información general. Durante la visita el profesor debe facilitar la comprensión, vigilar que se cumplan las normas de seguridad y dinamizar el coloquio final. Los alumnos observan y toman nota de los aspectos particulares de la factoría y de cómo se integran en el proceso específico aspectos que han estudiado en otras asignaturas tales como energía, agua, control de calidad, seguridad, residuos, etc. El trabajo posterior a la visita, por parte de los alumnos, será la elaboración de un informe, según el esquema propuesto, realizado en grupos de dos (trabajo en equipo); y por parte del profesor la evaluación de dicho informe teniendo en cuenta la calidad del mismo, la presentación, sintaxis, ortografía, las fuentes de información y la valoración personal (capacidad crítica). En esta actividad se desarrollan competencias instrumentales, interpersonales y sistémicas.

Para la adquisición de destrezas transversales se proporciona a los alumnos un programa informático, de libre acceso, con el que es posible construir fórmulas estructurales y modelos tridimensionales de los compuestos químicos. Además de visualizar y analizar las formas moleculares, las herramientas computacionales automatizadas son capaces de predecir propiedades moleculares. También se pueden dibujar montajes de laboratorio. El manejo intuitivo de estas técnicas favorece la comprensión del enlace químico, las propiedades moleculares, la geometría y la posible reactividad de dichas moléculas.

Dado que el grupo es numeroso para el proceso evaluativo⁸ se realizan varias acciones. Después de las clases prácticas correspondientes, se hace un control de formulación en el que los alumnos deben superar el 75% de las preguntas y se repite varias veces hasta que lo logran. A lo largo del curso se realizan cuatro evaluaciones; cada una consta de dos partes, la primera es un test de veinte preguntas con cuatro opciones a la que corresponde al 40 % de la nota y la segunda es la resolución de diversos ejercicios y síntesis sencillas con un valor del 60%. Las evaluaciones se promedian a partir de 4 y las que no llegan a este mínimo, deben repetirse a final de curso. También existe la posibilidad de sólo un examen final pero esta opción la escogen muy pocos alumnos.

Las prácticas de laboratorio son obligatorias e indispensables, pudiendo añadir hasta 0,3 puntos a la nota final.

La visita a fábrica es voluntaria y junto con su informe puntúa entre 0,2 y 0,6 puntos que se añaden a la nota de las evaluaciones, siempre y cuando sea $\geq 4,5$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este cambio de metodología se ha ido introduciendo progresivamente durante varios cursos para aproximarnos al Espacio Europeo de Educación Superior y es en los dos últimos años donde se ha completado.

Los resultados mostrados por las calificaciones de los alumnos en estos dos cursos no varían mucho respecto a cursos anteriores pero se constata que los alumnos asimilan mejor los contenidos porque al final de curso son capaces de relacionar con mayor facilidad los diferentes aspectos trabajados. Esto se comprueba porque las notas de la última evaluación son superiores en un 20% a las anteriores a pesar de tener que utilizar todas las reacciones vistas en el curso.

Tabla 1. Resultados en la asignatura Química Orgánica.

Curso	EX	NOT	AP	S	NP	Alumnos
2006-07	7	18	47	11	45	128
2007-08	3	23	31	13	46	116

EX= excelente. NOT= Notable. AP= Aprobado.
S= Suspenso. NP= No presentado

Podemos destacar que todos los alumnos que realizaron todas las evaluaciones parciales superaron la asignatura, lo que indica que los alumnos que trabajan a lo largo de todo el curso obtienen muy buenos resultados y cabe esperar que los conocimientos y actitudes se hayan asimilado correctamente y se plasmen en las diversas competencias. Los alumnos que aprueban con la opción de sólo examen final son muy pocos, tres o cuatro por curso y siempre repetidores.

CONCLUSIONES

Aunque esta metodología se ha aplicado en los dos últimos cursos se puede concluir que:

- Los resultados académicos son similares a los de los cursos anteriores en los que se realizaban varias evaluaciones, pero mejores que si los comparamos con los de sólo examen final.
- A partir de la introducción de la prueba test, los alumnos tienen que trabajar más la asignatura para obtener evaluaciones positivas, pero el estudio comparado de los diferentes mecanismos de reacción y de las propiedades físicas y químicas de los compuestos orgánicos les facilita la comprensión global y las posibles aplicaciones prácticas.
- La visita a fábrica para muchos de ellos ha sido una experiencia nueva, muy bien valorada, que les ha puesto en contacto con la realidad industrial y les ha permitido comprobar la importancia de una reacción química dentro del proceso de fabricación de un producto de consumo.
- Se desarrollan competencias transversales absolutamente necesarias para el desarrollo profesional del alumno mediante la adquisición de destrezas en: a) manipulación del material y aparatos más comunes en un laboratorio de Química Orgánica; b) comunicación oral y escrita y adquisición de vocabulario técnico en inglés; c) búsqueda de información química y técnica en general y en particular sobre las propiedades físicas, químicas y de manipulación de los compuestos orgánicos; d) manejo de un programa informático para visualizar espacialmente las estructuras moleculares y poder insertar correctamente una fórmula dentro de un texto.
- Se constata que los alumnos asimilan mejor los contenidos porque al final de curso son capaces de relacionar con facilidad los diferentes aspectos trabajados.

- Los alumnos que siguen el curso completo se sienten motivados y reconocen la utilidad de la asignatura tanto en su formación académica como en la vida diaria.
- Como punto débil se aprecia que alrededor de un 25% de alumnos matriculados no se incorporan a la asignatura y que el abandono antes de la mitad del curso varía del 10 al 15%. Ello es debido, en gran parte, a la estructura del actual plan de estudios, que permite a los alumnos matricularse en demasiados créditos; también hay que tener en cuenta la presencia de alumnos con una jornada laboral incompatible con la asistencia a las clases. Por ello el primer objetivo para los próximos cursos será procurar que todos los alumnos matriculados se impliquen desde el principio en todas las actividades.

BIBLIOGRAFÍA

1. Plan de Acciones para la Convergencia Europea. ICE. UPV, 2007
2. La mejora de la Enseñanza en la Universidad, Vicerrectorado de Coordinación Académica y Alumnado. UPV, 2002
3. www.relint.deusto.es/TuningProject/index.htm 10-07-08
4. Fabra M. L. "Técnicas de grupo para la colaboración" CEAC, 1998 y 2000
5. Johnson y Johnson. *Joining Together*, Minnesota University. 2000
6. Mohrig, J.R. "The Problem with Organic Chemistry Labs" *J.Chem.Educ.* 81,8.1083-85, 2004
7. Casal J, Sastre A. "Didáctica y organització d'assignatures basades en l'experimentació". Universidad Politécnica de Cataluña. 63-68 Barcelona 2005.
8. <http://personales.upv.es/jamarin/data/Marin2007Evaluacion> 10-07-08