

## Trabajo completo

# La enseñanza de la química en el espacio europeo de educación superior: el caso de la escuela superior de ingenieros agrónomos de Albacete de la universidad de Castilla-La Mancha

RECIBIDO: 12/08/10

ACEPTADO: 27/08/10

Villén<sup>1</sup> J. • Aguirre<sup>2</sup> C. • Vázquez<sup>3\*</sup> A. M.

<sup>1</sup> Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos de Albacete. Campus Universitario s/n, 02071 Albacete. Jesus.villen@uclm.es

<sup>2</sup> Facultad de Educación de Cuenca. Avda. de los Alfares, 42. Campus Universitario, 16071 CUENCA. Contancio.Aguirre@uclm.es

<sup>3</sup> Facultad de Educación de Albacete, Plaza de la Universidad, 3. 02071 Albacete. ana.vazquez@uclm.es

\* autor al que enviar la correspondencia.

**RESUMEN:** En el presente trabajo se presenta la experiencia de implantación del sistema de créditos europeo (ECTS) (European Credit Transfer System) para la adaptación al Espacio Europeo de Enseñanza Superior (EEES) en la asignatura "Fundamentos Químicos de la Ingeniería" de Ingeniería Técnica Forestal (explotaciones forestales) que se imparte en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Albacete de la Universidad de Castilla-La Mancha (España), llevada a cabo durante el curso académico 09/10. Esta adaptación ha supuesto un cambio en la metodología docente de la asignatura basado fundamentalmente en dos aspectos: el trabajo en grupos de los alumnos y la puesta en común del trabajo realizado. Se ha llevado a cabo una evaluación

continua de los alumnos tanto de los trabajos realizados en grupos como de los conceptos adquiridos por los mismos.

**PALABRAS CLAVE:** Enseñanza de la Química; Ingeniería Técnica; Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

**SUMMARY:** *Chemistry teaching in european higher education: the case of the high school of albacete's agronomist engineers from castilla-la mancha university*  
In the present work an experience to implant the European Credit Transfer System (ECTS) in order to adapt to the European Higher Education Area (EHEA) in the subject "Chemistry for Engineers" in the School of Advanced Agricultural Engineering in Albacete of the Castilla-La Mancha University (Spain), which has been carried out during the academic course

09/10 is presented. This adaptation has supposed a change in the methodology of teaching used, based on two principal aspects: the work of the student in group and the sharing of the implemented tasks. A continuous evaluation of the student

has been carried out, considering both the work made in group by the student and the learned concept.

**KEYWORDS:** Teaching Chemistry; Chemistry for Engineers; European Credit Transfer System (ECTS).

### Introducción

Desde 1998 con la denominada Declaración de La Sorbona (1) y posteriormente con la Declaración de Bolonia en (1999) y la declaración de Praga en 2001 (2), la Unión Europea ha abordado un proceso de reforma de sus enseñanzas universitarias encaminado a la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) que debe hacerse realidad en el presente año 2010. Para construir este espacio se ha adoptado un Sistema Europeo de Transferencia de Créditos (ECTS) que persigue la armonización de los estudios cursado en los diferentes países de la UE dentro del EEES y que describe de un modo uniforme en toda Europa la carga de trabajo del estudiante en cada materia a través del uso de métodos pedagógicos basados en el aprendizaje activo (3). Anteriormente a este proceso en el sistema universitario español, un crédito lectivo correspondía a 10 horas presenciales

de clase. En el sistema ECTS, cada crédito representa entre 25 a 30 horas de trabajo del estudiante, incluidas no sólo las horas presenciales de clase sino también todas las horas que el alumno deberá dedicar al estudio y preparación de la asignatura, es decir, las horas personales de estudio, las horas dedicadas a la realización de trabajos tanto personales como en grupo, realización de prácticas, tutorías, seminarios y evaluación. La medida del tiempo académico se traslada del profesor al estudiante, lo que supone que la atención de la docencia pasa del “enseñar” al “aprender”. Este planteamiento obliga al profesor a considerar aspectos del trabajo del alumno tradicionalmente omitidos en el nivel de enseñanza superior. Es necesaria una nueva concepción de la docencia universitaria, que considere todos los aspectos del aprendizaje de los estudiantes. Las tareas del profesor y del estudiante quedan resumidas en Tabla 1.

**Tabla 1:** Tareas del profesor y del alumno de acuerdo con la metodología de enseñanza/aprendizaje propuesta.

EL PROFESOR DEBE	EL ALUMNO DEBE
Planificar con detalle su actuación docente	Participar activamente en clase
Adaptar los contenidos de la asignatura	Prepararse los contenidos de la asignatura
Modificar la metodología de enseñanza	Realizar diferentes tipos de actividades
Dirigir seminarios y tutorías	Asistir a seminarios y tutorías
Potenciar el trabajo en grupo de los alumnos	Adquirir habilidades para trabajar en grupo
Utilizar las TICs	Utilizar las TICs
Realizar evaluación continua	Someterse a evaluación continua

La universidad de Castilla-La Mancha (UCLM) adaptará durante los cursos 2009-10 y 2010-11 sus titulaciones a la nueva normativa europea (4). Durante el curso académico 09/10 se ha llevado a cabo en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Albacete la experiencia piloto de implantación del sistema de créditos ECTS en algunas de las materias impartidas. En el presente trabajo se presenta la experiencia realizada en la asignatura obligatoria "Fundamentos Químicos de la Ingeniería" de primer curso de Ingeniería Técnica Forestal (explotaciones forestales). La experiencia que se presenta está basada en el modelo constructivista y se fundamenta principalmente en el trabajo en grupo de los alumnos guiado por el profesor (5).

### Metodología

La asignatura "Fundamentos Químicos de la Ingeniería" es una asignatura troncal

de 6 créditos, que los alumnos cursan en el primer curso. Como punto de partida de la propuesta se realizó una planificación de las horas que un alumno medio debería dedicar a la asignatura.

En la Tabla 2 se muestra el cálculo del número de horas que deberá dedicar un alumno a la asignatura. Para hacer dicho cálculo, se tuvo en cuenta que para la obtención del grado son necesarios 240 ECTS, repartidos en 4 cursos académicos, correspondiendo a cada curso una carga de 60 ECTS. Considerando que el alumno debe dedicar, como cualquier trabajador, 40 horas a la semana a sus estudios y teniendo en cuenta que un curso académico tiene una duración de 40 semanas, obtenemos una dedicación de 1600 horas, que dividido por el número de créditos del curso, da 26.6 horas de dedicación del alumno por crédito, correspondiéndole, por tanto a la asignatura "Fundamentos Químicos de la Ingeniería" 160 horas.

Semanas totales del curso	40
Horas de trabajo por semana	40
Horas de trabajo por curso	1600
Créditos totales del curso	60
Horas de trabajo por crédito	26,6
Horas de trabajo de la asignatura	160

**Tabla 2:** Cálculo del número de horas que el alumno debe dedicar a la asignatura para poder superarla.

En la Tabla 3 se muestra la distribución de estas 160 horas en horas presenciales, horas de estudio/esfuerzo, horas de realización

de trabajos y horas de controles y exámenes, tanto para teoría como para prácticas.

	Teoría	Prácticas	Problemas	Totales
<b>Presenciales</b>	30	16,5	28	74,5
<b>Estudio</b>	44	0	11	55
<b>Trabajos</b>	15	10	0	25
<b>Controles</b>	4	0	1,5	5,5
<b>Totales</b>	93	26,5	40,5	160

**Tabla 3:** Distribución del número de horas que el alumno debe dedicar a la asignatura según las distintas actividades de enseñanza/aprendizaje que debe realizar.

El grupo de docencia (GP) está constituido cada uno de ellos por los profesores que impartían docencia en las asignaturas de primer curso. La función principal de los GP es coordinar a los distintos profesores que imparten docencia en el curso, con objeto de escalonar la exigencia de trabajo de las distintas asignaturas. Así mismo, el GP se reúne a lo largo del curso para intercambiar opiniones, analizar los problemas que surgen y proponer soluciones.

### **Objetivos de la asignatura**

El alumno al finalizar la asignatura deberá ser capaz de:

1. Conocer y comprender los fundamentos científicos básicos de la Química que sean de aplicación a otras asignaturas y en el ejercicio de la profesión.
2. Comprender el Método Científico a través de los Fundamentos Químicos de la Ingeniería.
3. Adquirir habilidad en la resolución y cálculo de problemas numéricos.
4. Familiarizarse con el lenguaje científico y técnico de la Química.
5. Adquirir destreza en la utilización de los métodos usuales de trabajo experimental de laboratorio.
6. Saber utilizar tablas y gráficas conteniendo información científica y técnica.
7. Desarrollar el espíritu crítico.
8. Preparar temas monográficos seleccionando la bibliografía adecuada.

### **Programa de la asignatura**

El programa de la asignatura corresponde a un programa de química general en el que los temas relacionados con la estructura atómica se han omitido, puesto que los alumnos que cursan esta asignatura deben de conocerlos del Bachillerato.

### **Tema 1: Termodinámica**

Introducción.- Definiciones de estado, sistema y funciones de estado.- Primer principio de la termodinámica.- Aplicaciones del primer principio a las reacciones químicas.- Criterio para un cambio espontáneo.

*Prácticas:* Introducción al laboratorio. Filtración, centrifugación y lavado de precipitados.

### **Tema 2: Disoluciones**

Naturaleza y tipos de disoluciones.- Concentración de las disoluciones.- Mecanismo de la disolución.- Solubilidad.- Reparto.- Propiedades coligativas.- Electrolitos.- Coloides.

*Prácticas:* Destilación (determinación del grado alcohólico de un vino). Extracción.

### **Tema 3: El equilibrio químico**

Introducción.- Equilibrios homogéneos.- Equilibrios heterogéneos.- Predicción de la dirección de una reacción.- Cálculo de las constantes de equilibrio.- Variación de la constante de equilibrio con la temperatura.- Alteración de las condiciones del equilibrio. Principio de Le Chatelier.

### **Tema 4: Ácidos y bases**

Definiciones de ácidos y bases.- Constantes de disociación de ácidos débiles.- Disociación del agua.- pH.- Hidrólisis.- Disoluciones amortiguadoras.- Volumetrías de neutralización. Indicadores.

*Práctica:* Volumetrías ácido-base.

### **Tema 5: Reacciones de oxidación-reducción. Electroquímica**

Oxidación y reducción.- Número de oxidación.- Ajuste de ecuaciones de oxidación-reducción.- Volumetrías de oxidación-reducción.- Pilas galvánicas.- Potenciales normales de reducción.- Influencia de la concentración en el potencial de una pila.- Electrólisis.

*Prácticas:* Volumetrías de oxidación-reducción. Electroquímica.

**Tema 6: Reacciones de formación de complejos y de precipitación**

Compuestos de coordinación.- Equilibrios de iones complejos.- Solubilidad y producto de solubilidad.- Efecto ión común.- Precipitación fraccionada.- Equilibrios simultáneos.- Efecto salino.

**Tema 7.- Introducción a la química del medio ambiente**

Atmósfera.- Reacciones en las regiones externas.- Química de la troposfera.- Agua salada.- Agua dulce.- Aguas residuales.

**Tema 8: Introducción a la química agrícola**

Nutrientes.- El suelo.- Intercambio iónico en suelos.- Fertilizantes.- Plaguicidas.

**Metodología utilizada**

Los alumnos realizaron las siguientes actividades de enseñanza/aprendizaje:

**1.** Clases de teoría impartidas por el profesor: El profesor expondrá en clase los contenidos de los temas 1 y 8.

**2.** Clases de teoría impartidas por los alumnos: Los alumnos, en grupos de 4, prepararán y expondrán los contenidos de los temas 2 al 7.

**3.** Tutorías en pequeños grupos: Los alumnos plantean al profesor las dificultades encontradas en la elaboración del tema. El profesor les orienta en los conceptos y contenidos a desarrollar.

**4.** Seminarios: Los seminarios se dedicaran a la corrección de los problemas correspondientes de cada tema. El grupo de clase se subdivide a su vez en dos subgrupos para la asistencia a los seminarios.

**5.** Tutorías: Los alumnos podrán acudir, individualmente o con su grupo de trabajo, en el horario de tutorías del profesor, a solucionar problemas, aclarar dudas u orientar su trabajo.

**6.** Laboratorio: Será obligatorio la realización de prácticas de laboratorio. Se harán grupos de un máximo de 24 alumnos. Se realizarán un total de 4 prácticas indicadas en el temario.

**7.** Estudio personal: Horas de estudio personal para la preparación de controles y exámenes.

**8.** Controles: A lo largo del curso se realizan 8 controles correspondientes a cada uno de los temas de la asignatura.

Las actividades a realizar por el alumno se distribuyen de acuerdo con la Tabla 4.

<b>Actividades formativas</b>	<b>Metodología enseñanza/aprendizaje</b>	<b>ECTS</b>
Clases en el aula	Lección magistral. Discusión dirigida	1,1
Seminario de casos prácticos y problemas	Trabajo tutorado	0,8
Clases en el laboratorio	Realización de prácticas guiadas en laboratorio	0,5
Tutorías	En grupos e individuales	0,4
Trabajo autónomo de los alumnos	Estudio independiente del alumno	3
Evaluación	Controles periódicos de teoría y prácticas y examen final	0,2

**Tabla 4:** Distribución de las actividades a realizar con el alumno, metodología de enseñanza/aprendizaje utilizada en las mismas y número de créditos ECTS asignados a cada actividad.

## Evaluación

Se seguirá un sistema de evaluación continua. Para que los alumnos puedan acogerse a el sistema de evaluación continua será necesario que hayan asistido a un mínimo del 80% de las actividades realizadas (clases presenciales, tutorías, seminarios y prácticas de laboratorio). Al finalizar cada tema se hará un control del mismo. Con las notas de todos los temas se calcula la media ponderada (los temas 3, 7 y 8 cuentan la mitad por tener menor contenido) para obtener la calificación final. En la calificación se considera la resolución de problemas, en la pizarra, por parte de los alumnos. Los alumnos que hayan preparado y expuesto temas de teoría a sus compañeros tendrán una calificación adicional.

## Resultados

Con objeto de conocer la opinión de los alumnos sobre la experiencia piloto llevada a cabo, se le paso un cuestionario con una serie de ítems.

De la experiencia llevada a cabo durante el curso 09/10, se resaltan los siguientes conclusiones:

- La metodología propuesta permite conocer a los alumnos y llevar a cabo la evaluación continua.
- Hay un disminución considerable de alumnos que no se presentan o abandonan la asignatura.
- La adaptación al sistema de créditos ECTS supone, necesariamente, un cambio en la metodología más centrada en el aprendizaje del alumno que en la enseñanza del profesor.
- Para llevar a cabo esta adaptación es necesario una mejor formación pedagógica del profesorado universitario y una dotación material por parte de la Universidad.

## Conclusiones

La adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior supone necesariamente un cambio en la metodología utilizada en la impartición de la asignatura, más centrada en el aprendizaje del alumno que en la enseñanza del profesor. El profesor debe ser un orientador o guía del profesor de aprendizaje del alumno más que un transmisor de conocimiento. Para que este nuevo enfoque sea llevado a cabo con éxito es necesario una disminución sustancial en los contenidos de la asignatura, una mejor formación del profesorado universitario y sobre todo una mejor dotación, tanto en medio materiales como personales, por parte de las Universidades. Es indudable que dicho cambio puede repercutir favorablemente en la formación de los alumnos como futuros profesionales.

## Bibliografía

1. Bologna Process the official website 2007-2009. <http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/about/>
2. Espacio Europeo de Educación Superior <http://www.eees.es/es/documentacion-documentación-básica>
3. Driver, R., 1998. Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, **6**, (2): 116-120
4. Universidad de Castilla-La Mancha. [http://www.uclm.es/orgános/vic\\_docencia/EEES/](http://www.uclm.es/orgános/vic_docencia/EEES/)
5. Gil, D.; Guzmán, M., 1993. El modelo constructivista de Enseñanza/Aprendizaje de las Ciencias: una corriente innovadora fundamentada en la investigación. Parte II de Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. Tendencias e Innovaciones. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) para la Educación la Ciencia y la Cultura. <http://www.oei.org.co/oeivirt/gil02.htm>.