

La Química como materia básica de los Grados de Ingeniería

J. Aguado
J. Albéniz
A. de Andrea
C. Arribas
R. Ballesteros
R. Barajas
A. Cadenato
G. Calderón
I. Carrillo
C. Castro Acuña
R. Domínguez
A. Garcés
C. García Manrique
A. Gómez Gómez
S. Gómez Ruiz
M.L. González Arce
M.N. González Delgado
M. González Prolongo
R. Gorchs
M.D. Grau
I. del Hierro
J.A. Llorens
L.B. López Vázquez



J.M. Martín Llorente
M. Martínez Martínez
J. Martínez Urreaga
S. Morante
G. Muller
C. Orozco
P. Pardo
D. Pérez Quintanilla
A. Pérez Serran
G. Pinto
S. Prashar
C. Reinoso
P. Saavedra
C. Salom
M.S. San Román
A. Sánchez Sánchez
L.F. Sánchez-Barba
I. Sanz Berzosa
I. Sierra
R. Torralba
M. Tortosa
A. Valea

Editores:
Joaquín Martínez Urreaga
Gabriel Pinto Cañón

La Química como materia básica de los Grados de Ingeniería

Editores:

Joaquín Martínez Urreaga

y

Gabriel Pinto Cañón

La Química como materia básica de los Grados de Ingeniería

Editores: *Joaquín Martínez Urreaga
y Gabriel Pinto Cañón*

Diseño cubierta: *Víctor Manuel Díaz Lorente*

Imprime: *Sección de Publicaciones de la Escuela
Técnica Superior de Ingenieros Industriales,
Universidad Politécnica de Madrid.*

Madrid, julio de 2009.

© De cada uno de los autores

ISBN: 978-84-7484-216-6

Depósito legal: M-25907-2009

Pedidos a:

Sección de Publicaciones de la E.T.S.
de Ingenieros Industriales (U.P.M.)
c/ José Gutiérrez Abascal 2, 28006-Madrid
Correo electrónico: publicaciones@etsii.upm.es
Teléfono: 913 366 30 68 - Fax: 91 336 30 69

CONTENIDO

| | <u>Pág.</u> |
|---|-------------|
| INTRODUCCIÓN | |
| <i>Gabriel Pinto Cañón y Joaquín Martínez Urreaga</i> | 7 |
| PARTE I. OBJETIVOS Y CONTENIDOS | 11 |
| 1. IDEAS PARA LA ADAPTACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE QUÍMICA EN EL NUEVO GRADO DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL (ESPECIALIDAD MECÁNICA) <i>José Manuel Martín Llorente y María Soledad San Román Vicente.....</i> | 13 |
| 2. PROPUESTA DE PLAN DE ESTUDIOS PARA EL GRADO EN INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL (ESPECIALIDAD DE QUÍMICA INDUSTRIAL) <i>Ángel Valea Pérez</i> | 21 |
| 3. REFLEXIONES SOBRE LOS CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA COMÚN DE QUÍMICA EN LOS NUEVOS GRADOS DE DISTINTAS INGENIERÍAS. <i>Joaquín Martínez Urreaga y Gabriel Pinto Cañón</i> | 29 |
| 4. LA QUÍMICA VUELVE A LA SELECCIÓN: SE CONSIDERA BÁSICA <i>Javier Albéniz Montes, Pilar Saavedra Meléndez, Rosa Barajas García, Isabel Carrillo Ramiro y Consolación Reinoso Gómez</i> | 39 |
| PARTE II. METODOLOGÍA EDUCATIVA | 49 |
| 5. EVALUACIÓN DE LAS EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN DOCENTE PARA EL DESARROLLO-EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS EN ASIGNATURAS DEL ÁREA DE QUÍMICA EN LA URJC <i>Isabel Sierra Alonso, Ruth Ballesteros Gómez, Andrés Garcés Osado, Santiago Gómez Ruiz, Isabel del Hierro Morales, Sonia Morante Zarcero, Sanjiv Prashar, Damián Pérez Quintanilla, Alfredo Sánchez Sánchez y Luis Fernando Sánchez-Barba Merlo</i> | 51 |
| 6. ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA DE QUÍMICA DE LA E.T.S.I. AERONÁUTICOS DENTRO DEL EEES <i>M. González Prolongo, C. Arribas Arribas, J. Aguado Alonso y C. Salom Coll</i> | 61 |

| | |
|--|-----|
| 7. CORRELACIÓN ENTRE LA EVALUACIÓN CONTINUA Y EL RENDIMIENTO ACADÉMICO <i>María Martínez Martínez y Ana Cadenato Matía</i> | 71 |
| 8. METODOLOGÍAS EDUCATIVAS PARA LA QUÍMICA BÁSICA DE LOS GRADOS DE INGENIERÍA <i>Gabriel Pinto Cañón y Joaquín Martínez Urreaga</i> | 81 |
| 9. PROPUESTA DE METODOLOGÍA ACTIVA PARA EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA EN ESTUDIOS DE INGENIERÍA MEDIANTE CASOS PRÁCTICOS DE QUÍMICA AMBIENTAL <i>Carmen Orozco Barrenetxea, Antonio Pérez Serran y M. Nieves González Delgado</i> | 95 |
| 10. EL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS COMO ESTRATEGIA PARA LA RENOVACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO. UN EJEMPLO BASADO EN LA RECUPERACIÓN DE LA CERA A PARTIR DE LOS RESIDUOS DE LA ACTIVIDAD APÍCOLA <i>Juan Antonio Llorens Molina e Isidora Sanz Berzosa</i> | 105 |
| 11. TÉCNICAS BÁSICAS DE EXPERIMENTACIÓN EN QUÍMICA EN FORMATO DIGITAL <i>M. Dolors Grau Vilalta y Roser Gorchs Altarriba</i> | 115 |
| 12. LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE COMO COMPLEMENTO A LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO <i>Isidora Sanz Berzosa y Juan Antonio Llorens Molina</i> | 123 |
| 13. UNA ESTRATEGIA METODOLÓGICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN LOS ESTUDIOS DE GRADO <i>Ana Gómez Gómez y Ángel de Andrea González</i> | 131 |
| 14. UN APRENDIZAJE INTERDISCIPLINAR DE LA QUÍMICA EN LOS ESTUDIOS DE GRADO <i>Ana Gómez Gómez y Ángel de Andrea González</i> | 139 |

| | |
|--|------------|
| PARTE III. EVALUACIÓN DEL PROCESO FORMATIVO..... | 149 |
| 15. ¿CÓMO EVALUAR LA COMPETENCIA ORIENTACIÓN A LA CALIDAD? <i>Damián Pérez Quintanilla, Ruth Ballesteros Gómez, Sonia Morante Zarcero, Alfredo Sánchez Sánchez e Isabel Sierra Alonso</i> | 151 |
| 16. EVALUACIÓN DE LA COMPETENCIA “RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS” EN LA ASIGNATURA DE QUÍMICA <i>Luis F. Sánchez-Barba Merlo, Andrés Garcés Osado, Isabel del Hierro Morales e Isabel Sierra Alonso</i> | 161 |
| 17. CAMBIOS EN EL SISTEMA DE EVALUACIÓN PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA <i>Roser Gorchs Altarriba y Montserrat Tortosa Moreno</i> | 171 |
| 18. MÉTODOS ORIENTADOS A LA MEJORA DEL APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN EN LA ASIGNATURA FUNDAMENTOS DE QUÍMICA DE LA TITULACIÓN DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS <i>Sanjiv Prashar y Santiago Gómez Ruiz</i> | 181 |
| 19. DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE LA COMPETENCIA “TRABAJO EN EQUIPO” EN LA ASIGNATURA QUÍMICA Y ANÁLISIS DE LOS ALIMENTOS <i>Isabel Sierra Alonso, Sonia Morante Zarcero y Damián Pérez Quintanilla</i> | 187 |
| PARTE IV: MISCELÁNEA..... | 197 |
| 20. LA INCLUSIÓN DE LA QUÍMICA BÁSICA EN LOS CURSOS CURRICULARES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNAM <i>Guadalupe Calderón Castellanos, Carlos Castro Acuña, Consuelo García Manrique y Graciela Muller Carrera</i> | 199 |
| 21. AUTOEVALUACIÓN DEL PROCESO FORMATIVO EN LA INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL EN QUÍMICA INDUSTRIAL <i>Ángel Valea Pérez y María Luz González Arce</i> | 205 |

| | |
|---|-----|
| 22. LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD UNIVERSITARIA <i>Ángel Valea Pérez y María Luz González Arce</i> | 217 |
| 23. LOS NUEVOS GRADOS: ¿PIRÁMIDE O TORRE? <i>Rosa Domínguez Gómez, Luis B. López Vázquez y Rosario Torralba Marco</i> .. | 227 |
| 24. EL SUPLEMENTO EUROPEO AL TÍTULO <i>Ángel Valea Pérez y María Luz González Arce</i> | 231 |
| 25. DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE NIVELACIÓN DE CONOCIMIENTOS A PARTIR DEL ANÁLISIS DEL ITINERARIO ACADÉMICO EN EL BACHILLERATO <i>Patricia Pardo Tràfach</i> | 241 |
| ÍNDICE DE AUTORES | 249 |

INTRODUCCIÓN

En los años 2003, 2005 y 2007 se celebraron anteriores *Foros de Profesores de Física y de Química en la Universidad Politécnica de Madrid*, donde se abordaron aspectos relacionados con la “Didáctica de la Química y Vida Cotidiana”, la “Didáctica de la Física y la Química en los Distintos Niveles Educativos”, y el “Aprendizaje Activo de la Física y la Química”, respectivamente. La idea de estos encuentros es que sirvan, junto con otros eventos organizados por diversos organismos, como “catalizadores”, para fomentar la reflexión sobre aspectos concretos de la práctica docente de la Física y de la Química en sus distintos niveles educativos.

En la última década, y debido principalmente al conocido como proceso de Bolonia, ha tenido lugar una reestructuración profunda de la enseñanza universitaria en España. Así, se están produciendo importantes cambios en aspectos como estructura de los estudios universitarios, evaluación y acreditación de la calidad, carrera docente y metodología educativa, entre otros.

El Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales en España, indica que cada plan de estudios de Grado deberá contener un mínimo de 60 créditos europeos (ECTS) de formación básica, de los que, al menos 36, estarán vinculados a algunas materias determinadas para cada rama de conocimiento. Estas materias deberán concretarse en asignaturas con un mínimo de seis créditos cada una y serán ofertadas en la primera mitad del plan de estudios. La Química es una de las seis materias que el citado Real Decreto señala entre las básicas para la rama de conocimiento de Ingeniería y Arquitectura.

En febrero de 2009 se publicaron, a su vez, las órdenes del Ministerio de Ciencia e Innovación, por las que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos oficiales de Grado que habiliten para el ejercicio de profesiones de las distintas ingenierías técnicas. Para un buen número de estas profesiones se indica que el título debe contemplar, en el módulo de formación básica, la adquisición de la competencia “capacidad para comprender y aplicar los principios y conocimientos básicos de la Química General, Química Orgánica e Inorgánica y sus aplicaciones en la Ingeniería”.

Por otra parte, aunque se ha iniciado ya la impartición de algunas titulaciones de Grado en Ingeniería durante el curso 2008/09, es en 2009 y en 2010 cuando se producirá el inicio masivo de estos nuevos títulos de Grado.

En este contexto de cambio, con objeto de facilitar la información y la toma de decisiones, así como de contrastar opiniones y compartir experiencias, se organizó una Jornada específica, para abordar la Química como materia básica de los Grados de Ingeniería desde una amplia perspectiva, que intentó cubrir tanto aspectos metodológicos (aprendizaje basado en competencias, elaboración de guías docentes, aplicación del crédito ECTS, aprendizaje activo, uso de las TIC, nuevas formas de evaluación, etc.), como epistemológicos (¿qué contenidos deberían plantearse?) y de otro tipo (estructura de las enseñanzas de Química en uno o dos semestres, papel de la Química en las Ingenierías, etc.).

La Jornada, titulada “*La Química como materia básica de los Grados de Ingeniería*”, fue auspiciada por el *Grupo de Innovación Educativa de “Didáctica de la Química”, de la Universidad Politécnica de Madrid*, y el *Grupo de Didáctica e Historia de la Física y de la Química de las Reales Sociedades Españolas de Química y de Física*. La Jornada se celebró en la E.T.S. de Ingenieros Navales de la Universidad Politécnica de Madrid, el 2 de Julio de 2009, por lo que constituye el *Cuarto Foro Bienal de Profesores de Física y Química* organizado en esta Universidad.

En este libro se recogen los textos de los trabajos presentados en dicho evento, en forma de exposiciones orales y discusiones. Dichos textos han sido elaborados por un total de 45 autores. Los trabajos se han agrupado en cuatro capítulos para facilitar la lectura, si bien hay trabajos que, por su propia naturaleza, pudieran pertenecer indistintamente a varios capítulos. Estos capítulos son: objetivos y contenidos, metodología educativa, evaluación del proceso formativo y miscelánea.

En la Jornada participaron, entre asistentes y autores, 130 profesores de Universidades de casi toda la geografía española, con aportaciones también de docentes de México.

El Comité de Honor de la Jornada estuvo constituido por:

- Excmo. Sr. D. Javier Uceda Antolín, *Rector Magnífico de la Universidad Politécnica de Madrid*.

- Ilma. Sra. D^a. Otilia Mó Romero, *Directora General de Programas y Transferencia de Conocimiento, Ministerio de Ciencia e Innovación*.

- Ilmo. Sr. D. Jesús Panadero Pastrana, *Director de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales de la U.P.M.*

- Ilma. Sra. D^a. Rosa María González Tirados, *Directora del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad Politécnica de Madrid*.

- Ilmo. Sr. D. Nazario Martín León, *Presidente de la Real Sociedad Española de Química*.

- Ilma. Sra. D^a. Pilar Escudero González, *Presidenta del Grupo de Didáctica e Historia de la Física y la Química, RR. SS. EE. de Física y de Química*.

- Ilma. Sra. D^a. Manuela Martín Sánchez, *Vicepresidenta del Grupo de Didáctica e Historia de la Física y la Química, RR. SS. EE. de Física y de Química*.

- Ilmo. Sr. D. José Miguel Abraham, *Editor del Anuario Latinoamericano de Educación Química (Argentina)*.

- Ilmo. Sr. D. Paul Kelter, *Presidente del International Center for First-Year Undergraduate Chemistry Education (ICUC)*.

Para difundir el evento en un entorno lo más amplio posible, se constituyó un Comité Científico y Organizador integrado por docentes de diversas Universidades. Dicho Comité estuvo formado por los profesores:

- Javier Albéniz Montes, *Universidad Politécnica de Madrid*.

- Ana Cadenato Matía, *Universitat Politècnica de Catalunya*.

- Carlos Mauricio Castro Acuña, *Universidad Nacional Autónoma de México*.

- Mariano Fajardo González, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*.
- M^a. Luz González Arce, *Universidad del País Vasco*.
- Dolors Grau Vilalta, *Universitat Politècnica de Catalunya*.
- Juan Antonio Llorens Molina, *Universidad Politécnica de Valencia*.
- José Manuel Martín Llorente, *Universidad de Salamanca*.
- María Martínez Martínez, *Universitat Politècnica de Catalunya*.
- Joaquín Martínez Urreaga (Codirector), *Universidad Politécnica de Madrid*.
- Santiago Miguel Alonso (Presidente), *Universidad Politécnica de Madrid*.
- Carmen Orozco Barrenetxea, *Universidad de Burgos*.
- Gabriel Pinto Cañón (Codirector), *Universidad Politécnica de Madrid*.
- Vicente Ramos Estrada, *Universidad de Extremadura*.
- Ángel Valea Pérez, *Universidad del País Vasco*.

Además de a las Reales Sociedades Españolas de Física y de Química, a través de su *Grupo de Didáctica e Historia*, y al *Grupo de Didáctica de la Química* (Grupo de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid), entidades organizadoras del evento, es de justicia el agradecimiento a otras organizaciones que colaboraron de diversa manera en la celebración de la Jornada, como son:

- Universidad Politécnica de Madrid.
- Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales de la U.P.M.
- Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Sección de Madrid de la Real Sociedad Española de Química.
- Foro Química y Sociedad.
- Anuario Latinoamericano de Educación Química.
- *International Center for First-Year Undergraduate Chemistry Education*.

Cabe destacar también la ayuda prestada por los profesores que constituyeron el Comité Local de la Jornada, integrado por: Paz Pinilla Cea (Coordinadora), M^a. Victoria Arévalo Miranda, Carmen Arribas Arribas, Rosa Barajas García, Isabel Carrillo Ramiro, Manuel Ramón Cubeiro Vázquez, Víctor Manuel Díaz Lorente, M^a. Ascensión Fernández López, M^a. del Mar de la Fuente García-Soto, Salvador León Cabanillas, M^a. Carmen Matías Arranz, María José Molina Rubio, Adolfo Narros Sierra, Isabel Paz Antolín, M^a. Isabel del Peso Díaz, Consolación Reinoso Gómez, Manuel Rodríguez Hernández y M^a. Pilar Saavedra Meléndez.

Tanto la Jornada como la edición del libro han sido financiadas dentro del proyecto IE08053505, de la convocatoria 2008 de “*Ayudas a la innovación educativa en el marco del proceso de implantación del espacio europeo de educación superior y la mejora de la calidad de la enseñanza*”, impulsada por la Universidad Politécnica de Madrid. Aparte de dejar constancia del agradecimiento por la concesión del proyecto, se resalta la labor desarrollada por los miembros de la Sección de Innovación Educativa de dicha Universidad. De forma especial, en ese sentido, se agradece el interés y apoyo recibido por parte de D. Carlos Conde Lázaro, Vicerrector de Ordenación Académica y Planificación Estratégica, y sus adjuntos: D. Jesús Arriaga García de Andoain y D^a. Carmen Sánchez Ávila.

Este texto, junto con información sobre la Jornada arriba citada, se recoge en dos direcciones Web:

- <http://quim.iqi.etsii.upm.es/vidacotidiana/Inicio.htm>
- <http://quim.iqi.etsii.upm.es/didacticaquimica/inicio.htm>

Con ello se pretende difundir lo más ampliamente posible las aportaciones elaboradas, por entender que pueden ser de interés a profesores de Química de muy distintos ámbitos.

Los autores de los trabajos aquí recogidos consideran que la formación en Química de los futuros graduados en Ingeniería en las Universidades españolas es una cuestión de sumo interés. Obviamente, el conjunto de los trabajos no se considera un punto final, sino más bien como un elemento de ayuda para la reflexión sobre cómo abordar las enseñanzas de la Química básica en los nuevos Grados de Ingeniería. Si de alguna manera esto se cumple, el esfuerzo de cuantos han colaborado en la labor habrá merecido la pena.

Julio de 2009

☞ Gabriel Pinto Cañón

☞ Joaquín Martínez Urreaga

*Directores del Comité Científico y Organizador de la Jornada sobre
"Química como materia básica de los Grados de Ingeniería".*

Parte I

Objetivos y Contenidos

IDEAS PARA LA ADAPTACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE QUÍMICA EN EL NUEVO GRADO DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL (ESPECIALIDAD MECÁNICA)

José Manuel Martín Llorente y María Soledad San Román Vicente

Escuela Politécnica Superior de Zamora, Departamento de Química Inorgánica
Universidad de Salamanca.

jmmartin@usal.es; sanroman@usal.es

Se propone un programa de la asignatura de Química para los futuros estudios de Grado de Ingeniería Técnica Industrial, según las directrices del Ministerio de Ciencia e Innovación, adecuado a los nuevos EEES. Esto va acompañado de un cambio en la metodología docente con una nueva cuantificación y distribución de esta actividad con una mayor interacción entre alumno y profesor.

1. INTRODUCCIÓN

Con la declaración de la Sorbona (1998), se inició el proceso de construcción del nuevo Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y, más tarde, con la declaración de Bolonia (1999), se establecieron unos criterios más concretos además de una fecha para la obtención de resultados (2010) (1). Esto supondrá una importante remodelación en la enseñanza universitaria, tanto en su contenido, estableciendo nuevos planes de estudio, como en su metodología, muy diferente a la que actualmente existe en la Universidad Española.

Nuestro objetivo es reflexionar y proponer contenidos teóricos y prácticos para la disciplina de Química adaptada al futuro grado de Ingeniería Técnica Industrial, según las directrices del BOE (2), establecer una metodología docente acorde con las nuevas exigencias y proponer formas de evaluación dependiendo del trabajo realizado por el alumno.

2. ANÁLISIS DEL PROGRAMA

Los objetivos primordiales a la hora de elaborar este estudio han sido dos. Primero, conseguir que se proporcione a los alumnos contenidos básicos y de conjunto que constituyan las bases de ciertas materias, relacionadas con la Química, a abordar en el mismo curso o en cursos posteriores, y segundo, vincular los conocimientos científicos que deben tener los futuros Ingenieros a las aplicaciones prácticas que de ellos harán en el ejercicio de su labor profesional.

Sin embargo, a la hora de efectuar un planteamiento realista de la asignatura, es necesario tener en cuenta las diferentes procedencias del alumnado que accede al primer curso de este futuro grado, lo que implica una gran heterogeneidad en cuanto al nivel de conocimientos en Química. Por ello, y con el fin de poder seguir la asignatura y conseguir los objetivos planteados en la misma, se considera imprescindible que los alumnos tengan unos conocimientos mínimos previos de Química General, que o bien habrán sido

adquiridos en la Enseñanza Secundaria, o en algunos casos conllevará un esfuerzo complementario y preliminar del estudiante para adquirirlos antes de cursar la asignatura (conocimientos previos, cursos cero).

El programa resumido aquí presentado se ha elaborado ajustándose a un número de seis créditos ECTS, tomando 25 horas por crédito (3), y permitiría impartir la asignatura en un semestre o extenderla a todo el curso académico si la organización docente del centro lo considera conveniente.

Los 22 temas están estructurados en seis bloques, que conforman el programa teórico propuesto y son los que a continuación se indican:

BLOQUE I.- FUNDAMENTOS Y CONCEPTOS BÁSICOS

Tema 1.- Los fundamentos de la Química: Reacciones químicas y Estequiometría.

BLOQUE II.- ESTRUCTURA ATÓMICA Y ENLACE QUÍMICO

Tema 2.- Estructura atómica.

Tema 3.- Clasificación periódica de los elementos.

Tema 4.- Enlace químico: Enlace covalente.

Tema 5.- Enlace en sólidos: Enlace iónico y metálico.

Tema 6.- Otros tipos de enlace.

BLOQUE III.- ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

Tema 7.- Los estados gaseoso, líquido y sólido.

Tema 8.- Diagramas de fases.

Tema 9.- Sistemas dispersos.

BLOQUE IV.- TERMOQUÍMICA Y EQUILIBRIOS QUÍMICOS

Tema 10.- Termodinámica Química.

Tema 11.- Cinética Química.

Tema 12.- Equilibrio Químico.

Tema 13.- Equilibrios ácido-base.

Tema 14.- Equilibrios heterogéneos.

Tema 15.- Equilibrios redox.

BLOQUE V.- QUÍMICA ORGÁNICA GENERAL

Tema 16.- Introducción a la Química Orgánica. Conceptos generales y mecanismos de reacción.

Tema 17.- Hidrocarburos alifáticos y aromáticos.

Tema 18.- Compuestos orgánicos con enlaces sencillos C-O, C-N y con enlaces múltiples.

Con la inclusión de estos cinco bloques de lecciones se pretende homogeneizar, completar y profundizar los conocimientos previos de Química General necesarios para establecer las bases que permitan a los alumnos abordar los temas del bloque VI, con soltura

y rigor y continuar el aprendizaje de asignaturas relacionada con la Química, como puede ser Los Materiales.

Los objetivos concretos a alcanzar serían:

- Revisar los fundamentos y conceptos básicos, tales como el conocimiento de los elementos químicos en cuanto a su estructura electrónica y clasificación en el sistema periódico, el significado de los diferentes tipos de enlace y su relación con las propiedades de la sustancia y los principios de estequiometría.
- Conocer las propiedades, estructuras y comportamiento que caracterizan a cada uno de los estados de la materia.
- Estudiar los diferentes tipos de sistemas dispersos, conceptos, características y aplicaciones más importantes.
- Profundizar en el estudio de las transformaciones químicas que experimenta la materia: aspectos energéticos, cinéticos y de equilibrio.
- Ejercitarse en cálculos de equilibrio para diferentes tipos de reacciones llevadas a cabo en solución acuosa.
- Comprender las principales reacciones orgánicas para aplicarlas a las síntesis de materiales orgánicos.
- Conocer los principales grupos funcionales orgánicos.

BLOQUE VI.- QUÍMICA APLICADA

Tema 19.- Metales y metalurgia.

Tema 20.- El agua. Contaminación y tratamiento.

Tema 21.- Materiales cerámicos.

Tema 22.- Materiales poliméricos.

Con los temas del bloque VI, se pretende aplicar los conocimientos adquiridos en los temas anteriores a sustancias concretas. Este no es un bloque cerrado, sino todo lo contrario; se podrán irse añadiendo otros temas de interés actual, e incluso debatirlos en forum, por ejemplo, los combustibles, los no metales, óxidos no metálicos, etc., pero los temas referentes a los materiales los consideramos imprescindibles.

Los objetivos concretos a alcanzar con los temas del bloque VI serían:

- Conocer las propiedades de los distintos tipos de materiales que en su día podrán utilizar.
- Estudiar las propiedades del agua, su contaminación y las maneras de corregirlas.

Cabe mencionar que, aparte de las clases propiamente teóricas o magistrales y para fijar conocimientos, se aprenderá a resolver problemas de tipo numérico y cuestiones teórico-prácticas, razonando e interpretando los resultados obtenidos, se podrán visualizar vídeos, estudiar textos referentes al tema estudiado....

En cuanto a las prácticas de laboratorio, actividad imprescindible y esencial en cualquier curso de Química, se pretende que la realización de las mismas contribuya a que el alumno comprenda y afiance los conocimientos estudiados y correlacione las enseñanzas teóricas con las observaciones experimentales. Para ello se propone una relación de prácticas

sencillas y formativas a llevar a cabo, unas ocho, complementarias con el programa teórico en cuanto a contenidos y en su desarrollo en el tiempo.

3. METODOLOGÍA DOCENTE

La propuesta de la metodología docente a seguir para la impartición de la asignatura objeto de este estudio, se ha elaborado teniendo en consideración las recomendaciones referentes a la necesidad de implantación, utilización y generalización de una nueva estrategia de enseñanza-aprendizaje en la docencia universitaria. Se ha tomado como unidad de valoración de la actividad académica, el conjunto de enseñanzas teóricas y prácticas, las actividades académicas dirigidas y el volumen de trabajo que realiza el estudiante para conseguir sus objetivos. Esta nueva cuantificación y distribución de la actividad académica lleva implícito un cambio en la metodología: menor número de clases impartidas en el aula pero un mayor contacto entre profesor y alumno en seminarios, tutorías, trabajos dirigidos, etc., lo cual obliga a que los grupos de alumnos tengan que ser más reducidos en función del tipo de actividad (4, 5). Se persigue como objetivo el lograr una mayor implicación del alumno en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Con esta premisa y valorando la naturaleza y el programa de la asignatura a impartir, se plantean actividades que pueden desglosarse en tres tipos:

- a) Aquellas que exige la presencia del profesor y el alumno.
- b) Las que debe llevar a cabo el alumno de forma individual o en pequeños grupos.
- c) Las que debe realizar el profesor, necesariamente, según el espíritu de la convergencia europea, para el mantenimiento de los bloques de actividades anteriores. No se incluyen en este apartado actividades tales como la preparación de clases y laboratorios, corrección de exámenes, etc.

A continuación se presentan el conjunto de acciones que corresponden a cada uno de los bloques de actividades y la distribución *relativa* del tiempo, asignado a cada una de ellas.

| | |
|--|------|
| a) ACTIVIDADES CON PRESENCIA DEL PROFESOR Y DEL ALUMNO | |
| ▪ Clases magistrales | 16 h |
| ▪ Clases de resolución de problemas | 18 h |
| ▪ Clases de laboratorio | 16 h |
| ▪ Tutorías / Seminarios | 16 h |
| ▪ Evaluaciones | 4 h |
| ▪ Total | 70 h |
| b) ACTIVIDADES A REALIZAR POR EL ALUMNO | |
| ▪ Estudio-preparación de las clases de teoría | 42 h |
| ▪ Estudio-resolución de problemas | 35 h |
| ▪ Preparación de trabajos y participación en forum | 5 h |
| ▪ Total | 82 h |

c) ACTIVIDADES A REALIZAR POR EL PROFESOR

| | |
|--|---------|
| ▪ Dirección, corrección y evaluación de los trabajos | 35-60 h |
| ▪ Mantenimiento de forum | 12 h |
| ▪ Total | 47-72 h |

Del análisis de esta distribución de tiempos asignados a los diferentes tipos de actividades se deduce que las horas dedicadas por los alumnos a la actividad de aprendizaje se distribuirán, de manera aproximada, en un 46 % a llevar a cabo en presencia del profesor y un 54 % de actividad personal, a llevar a cabo de forma individual o en pequeños grupos (se considera aconsejable esta última opción para la resolución de problemas). Esta distribución porcentual de las actividades docente-aprendizaje supone un cambio radical en los hábitos de trabajo de los estudiantes, acostumbrados en general a que la materia sea presentada por el profesor de forma mucho más detallada con lecciones magistrales.

La etapa siguiente a tener en cuenta, es el análisis del número de alumnos al que sería aplicable una sistemática como la indicada. Cualquier estudio de este tipo debe tener como premisa de partida la naturaleza de la asignatura a impartir y el tipo de actividades propuestas, dado que son muy dispares, y lo son por tanto las exigencias de número de alumnos integrantes del grupo al que van dirigidas. Así, las clases magistrales pueden impartirse ante un número de alumnos relativamente elevado, sin embargo, ninguna buena práctica docente permite una atención adecuada en clase de laboratorio o tutorías si el grupo de alumnos es numeroso.

Supongamos que vamos a trabajar con un grupo de 48 alumnos y, para el mismo, el máximo de personas que consideramos aconsejable para llevar a cabo las diferentes actividades didácticas propuestas fue el siguiente:

- Clases magistrales y de problemas 48 alumnos
- Clases de laboratorio 16 alumnos
- Tutorías y seminarios 8 alumnos

Este requerimiento, de subdividir el grupo de clase en subgrupos, necesario para una buena atención del alumno, implica un incremento muy notable del número de horas presenciales del profesor. Si debe hacerse cargo de un grupo de 48 alumnos tendrá que estar presente un total de 182 horas tal como se detalla a continuación:

| | |
|--|-----------------------------|
| ▪ Clases magistrales | 16 h |
| ▪ Clases de resolución de problemas | 18 h |
| ▪ Clases prácticas de laboratorio | 16 x 3 = 48 h |
| ▪ Tutorías-Seminarios | 16 x 6 = 96 h |
| ▪ Evaluación | 4 h |
| ▪ Total de horas presenciales del profesor | 182 h / grupo de 48 alumnos |

Estas nuevas exigencias metodológicas incrementan notablemente la carga docente, sin tener en cuenta la actividad realizada por el profesor solo (dirección, corrección y evaluación de trabajos, y mantenimiento de forum) (6).

Se considera que el incremento de carga docente que significa para el profesor con el cambio de metodología propuesto debe contabilizarse de forma correcta. Un seguimiento personalizado del alumno y un aumento de la interacción profesor-alumno no puede

contemplarse ni contabilizarse sin tomar como variable esencial *el número de alumnos por grupo*. La práctica actual consiste en contabilizar de igual forma el número de créditos teóricos, sea cual sea el número de alumnos que constituye el grupo al que se dirigen. La contabilización de las clases prácticas se hace subdividiendo el total en grupos más pequeños aunque la ratio que se establece es, en general, más alta que la que se propugna en esta propuesta. La obligatoriedad de la tutoría propuestas, pasan a ser una actividad periódica y de asistencia obligatoria, significará también en el futuro un aumento de carga importante para el profesor.

El plan de trabajo expuesto, que consideramos un intento racional y viable de innovar la práctica docente en la línea que propugna los créditos ECTS y, para que los nuevos criterios de actividad docentes no sean irrealizables, exige dos requisitos indispensables sin los cuales cualquier intento de modificar la práctica actual del proceso de enseñanza-aprendizaje sería una pura utopía:

- *Disminución del número de alumnos por aula*
- *Aumentar de forma notable la dotación de recursos bibliográficos, informáticos, audiovisuales, espacios, ...*

Respecto al aumento de los espacios, sería conveniente una reconversión de aulas con una capacidad máxima de 50 personas en las cuales habrá una mayor concentración en la actividad docente llevada a cabo.

Finalmente, se desea manifestar una última reflexión acerca de la distribución del tiempo dedicado a las actividades propuestas para el estudio de esta asignatura. Se considera que puede resultar de interés concentrar al máximo la actividad académica de la asignatura en uno o dos días semanales correlativos. La principal ventaja de esta propuesta es que permite una inmersión total del alumno en la asignatura objeto de estudio durante los días asignados a la misma, pudiendo obtenerse una visión global del tema tratado, integrando simultáneamente teoría, prácticas y problemas, resolviendo y aclarando conceptos y dudas en el momento en que producen, asimilando, en definitiva, la materia abordada.

4. EVALUACIÓN

Indudablemente, un cambio en la estrategia del proceso de enseñanza-aprendizaje debe conllevar un cambio en las técnicas de valoración del mismo. No consideramos conveniente prescindir de un examen global de la asignatura, dado que ayuda a valorar la firmeza de los conocimientos adquiridos por el alumno y la visión global de la materia que ha llegado a alcanzar. También resulta interesante para medir la capacidad de los alumnos a presentar de forma coherente, ordenada y comprensible sus conocimientos respecto a la materia, en ocasiones bastante deficitaria (7). Sin embargo, tampoco puede obviarse que un esfuerzo de interacción profesor-alumno como el que se propone, debe dotarse de instrumentos de medida adecuados para valorar el conjunto de actividades realizadas. Se proponen trabajar en dos estadios diferentes:

1. Se realizará una valoración continuada del trabajo desarrollado a lo largo del curso basada en la valoración de los trabajos realizados, en la estimación de las prácticas realizadas y en la corrección de las actividades llevadas a cabo en tutorías. Se

considera oportuno asignar a cada una de estas actividades un 30 %, 20 % y 10 % respectivamente, de forma que el conjunto de todas ellas constituya el 60 % de la nota final de la asignatura.

2. Examen final de la asignatura, en el que el alumno deberá demostrar el dominio adquirido tanto en la resolución de problemas numéricos como en cuestiones teóricas. Su valoración constituirá un 40 % de la nota final. No obstante, se considera imprescindible obtener como mínimo un 5 en este examen para poder superar la asignatura, dado que este tipo de examen es una muestra inequívoca de la madurez adquirida por el estudiante.

5. CONCLUSIONES

- 1) La puesta en práctica de nuevas metodologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje exige un cambio de mentalidad de todos los implicados en el mismo: profesores, alumnos y administración.
- 2) El nuevo sistema exige un mayor compromiso del alumno. Su grado de responsabilidad deberá ser lo suficientemente alto para que dedique unas horas de forma sistemática al estudio de los contenidos expuestos en las clases magistrales y a la resolución de problemas y cuestiones planteadas por el profesor. Deberá incrementar las prácticas de consulta de bibliografía, desarrollar habilidades sociales para aprender a discutir y trabajar en equipo, llevar los estudios al día para que las tutorías resulten fructíferas, ejercitarse en los foros de debate, etc.
- 3) La interacción profesor-alumno se incrementa notablemente, lo que exige en los profesores un esfuerzo de personalización de la enseñanza en función de la capacidad y habilidad del alumno.
- 4) Cualquier intento de cambio resultará vano sin una disminución drástica de los ratios actuales alumno/profesor.
- 5) Se precisa un incremento considerable en los medios de trabajo a disposición de los alumnos. Con el esquema propuesto se fomentan en los alumnos actividades y actitudes tales como búsqueda de bibliografía, valoración crítica de la misma, trabajo en pequeños grupos, consulta de revistas, etc. Para ello es necesario que los Centros tengan una dotación adecuada de medios, lo que exige, en general, un esfuerzo importante respecto a la situación de la cual se parte.
- 6) El cambio exige también una mayor y renovada dedicación docente del profesor, así como una modificación en la evaluación y valoración de la misma por parte de los organismos competentes.

REFERENCIAS

1. Universidad de Salamanca. <http://campus.usal.es/~e3sAIDescubierto/>
2. BOE nº 44, 20 de Febrero 2009, 18145-49.
3. Real Decreto 1125/2003 de 5 de Septiembre. BOE nº 225, 18 de septiembre de 2003, 34355-56.

4. G. Roselló Nicolau, *La nova estructura de titulacions: Bases per a la planificació d'ensenyament*, en línea Enero 2004 (Consulta, Febrero 2004). Disponible en: http://www.uvic.es/pla/campus/espai_europeu/ca/presentacio-rosello.pdf.
5. C. Orozco, A. Pérez, N. González, J.L. Bravo, V. Ramos, B. Caballero, J.M. Martín (2005). *Propuesta de adaptación de la asignatura "Química Aplicada a Materiales y Medio Ambiente" a la nueva titulación de Ingeniería Civil*. XIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Ponencia 4-16. Las Palmas.
6. Instituto de Formación del Profesorado, *Taller de Adaptación de los Estudios de Química a la Convergencia Europea*. Universidad de Burgos, 2004.
7. N. VanOrden, *J. Chem. Ed*, **1987**, Vol. 64, 506.

PROPUESTA DE PLAN DE ESTUDIOS PARA EL GRADO EN INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL (ESPECIALIDAD DE QUÍMICA INDUSTRIAL)

Ángel Valea Pérez

Departamento de Ingeniería Química y del Medio Ambiente
Universidad del País Vasco - EHU

Escuela de Ingeniería Técnica Industrial, Plaza La Casilla, 3. 48012-Bilbao
iapvapea@lg.ehu.es

La Orden CIN/351/2009 de 9 Febrero 2009 establece los requisitos para la verificación de los Títulos Universitarios Oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión regulada de Ingeniero Técnico Industrial. La legislación vigente conforma esta profesión de Ingeniero Técnico Industrial como profesión regulada, de acuerdo con lo previsto en el artº 12.9 del R.D. 1393/2007, conforme a las condiciones establecidas en el Acuerdo de Consejo de Ministros de 26 Diciembre 2008 (BOE 29 Enero 2009). La Química debe constituir una materia básica para todas las Ingenierías Técnicas Industriales, pero a la vez debe serlo a la especialidad Química Industrial. Esto plantea una difícil situación cara a la planificación

1. INTRODUCCIÓN

La declaración de Bolonia (1999) propone un sistema para la estructuración de la Educación Superior en Europa basado en dos ciclos, que son el Grado y Postgrado, y establece un sistema de créditos E.C.T.S. (*European Credit Transfer System*) como unidades de medida de referencia para dimensionar temporalmente las asignaturas y materias.

En el logotipo triangular del Espacio Europeo de Educación Superior los dos vértices de la base los constituyen precisamente la estructura (grado/ postgrado) y la calidad (acreditación) y el vértice superior está formado por el aprendizaje (ECTS), recogiendo en el área central el concepto de transparencia / información (Suplemento al Título) que constituye el medio que impregna todos los elementos y los procesos. Con este diseño apenas es sorprendente que se estén produciendo importantes cambios en la estructura, configuración, estilos de docencia y de evaluación en los estudios universitarios.

El Real decreto 1393/2007 de 29 Octubre por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales en España indica que el Plan de Estudios de Grado en las Ingenierías deberá contener un mínimo de 60 créditos de Formación Básica, de las que, al menos 36 créditos estarán vinculados a algunas materias determinadas para cada rama de conocimiento.

A su vez, estas materias deberán concretarse en asignaturas con un mínimo de 6 créditos cada una, y la Química es una de las seis materias básicas que señala el citado Real Decreto.

La Orden CIN/351/2009 de 9 Febrero 2009 establece los requisitos para la verificación de los Títulos Universitarios Oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión regulada de Ingeniero Técnico Industrial. La legislación vigente conforma esta profesión de Ingeniero Técnico Industrial como profesión regulada, de acuerdo con lo previsto en el artº 12.9 del R.D. 1393/2007, conforme a las condiciones establecidas en el Acuerdo de Consejo de Ministros de 26 Diciembre 2008 (BOE 29 Enero 2009).

Al contemplarse la Ingeniería Técnica Industrial en Química Industrial como especialidad, la Química debe constituir una materia básica para todas las Ingenierías Técnicas Industriales, pero a la vez debe serlo a la especialidad Química Industrial. Esto plantea una difícil situación cara a la planificación, ya que si bien los contenidos metodológicos y epistemológicos deberían ser diferentes para un ingeniero mecánico, para un ingeniero eléctrico o electrónico, es evidente que la mayor discrepancia se producirá con respecto a un ingeniero técnico químico, a pesar de ser todas las ramas industriales, y por tanto los temarios, estrategias y tácticas deberían ser diferentes.

En la Escuela de Ingeniería Técnica Industrial de Bilbao, y por extensión en todas las Escuelas de la Comunidad Autónoma Vasca, se ha optado en Industriales por un Plan de estudios de 4 años (equivalente a 240 créditos ECTS), con los dos primeros cursos comunes a todas las especialidades y un cuarto curso que recoge un elevado número de asignaturas comunes a la rama de industriales, incluyendo los 12 créditos ECTS correspondientes al Trabajo de Fin de Grado y una asignatura de Formación Básica ligada con la Organización de Empresas y algunas asignaturas específicas para cada especialidad.

El tercer curso es el que recoge la casi totalidad de las asignaturas de especialidad correspondiente industrial.

El resultado de esta propuesta enfatiza sobre el carácter industrial del ingeniero más que sobre la especialidad (lo que le diferencia de los actuales Planes de Estudios en los que desde el primer curso existen marcadas diferencias entre las especialidades cursadas). Esta visión parece acorde con los principios directores del EEES que persiguen una sólida formación básica en el Grado y la especialización a través del Postgrado.

2. CONFIGURACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

El Plan de estudios correspondiente al Título de Ingeniero Técnico Industrial está configurado en base a cuatro cursos con una carga lectiva de 240 créditos ECTS.

Como se ha expresado y de acuerdo con los “requisitos del Anexo I del real Decreto 1393/2007, de 29 Octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, relativo a la memoria para la solicitud de verificación de Títulos Oficiales” BOE nº 44 de 20 febrero 2009, el Plan de Estudios incluye los módulos de Formación Básica (60 créditos ECTS); el módulo Común a la Rama Industrial (60 créditos ECTS); el módulo de Tecnología Específica (60 créditos ECTS) y el módulo de Trabajo Fin de Grado (12 créditos ECTS).

- En nuestro caso, el módulo de Formación Básica (60 ECTS) se le ha ubicado en el primer curso, al considerar que “de facto” se trata de la lógica progresión de los estudios preuniversitarios (de bachillerato principalmente, aunque no se le haya reconocido carácter propedeútico a estos estudios). Se hace excepción del “*conocimiento adecuado del concepto de empresa, marco institucional y jurídico de la empresa. Organización y gestión de empresas*” por entender que se encuentra mejor ubicado al final de los estudios, cuando se ha tenido ocasión de adquirir conocimientos de Tecnologías Específicas, aunque finalmente irá a parar, sin mucho sentido, a un segundo curso donde no parece identificarse ni conceptualmente.
- El módulo Común a la Rama Industrial (60 ECTS) se ha previsto para el 2º curso, al entender que debe construirse sobre el conocimiento adquirido en la Formación Básica. Se trataría de un conjunto de conocimientos, destrezas, habilidades (competencias) científico- tecnológicas que tienen como objetivo su utilización y aplicación en el ámbito industrial.
- El bagaje de conocimientos de Formación Básica y los Conocimientos Comunes a la Rama Industrial deben posibilitar la adquisición de competencias de Tecnología Específica. Este módulo de Tecnología Específica (60 ECTS) se ha ubicado temporalmente en el tercer curso, de forma que es en éste ámbito donde se van a diferenciar los módulos mecánico, eléctrico, Química Industrial, Textil y Electrónica Industrial, que corresponderán a las competencias que debe adquirir cada una de las especialidades de la Ingeniería Técnica Industrial.
- Finalmente, el cuarto curso incorpora como módulo el Trabajo de Fin de Grado (12 ECTS) y la Organización de Empresas Industriales (6 ECTS) que se trasladó desde el primer curso (si finalmente así se permite), ya que como se ha expresado a pesar de tratarse de Formación Básica, se ha entendido que no tiene necesariamente por qué ir ubicada en el primer curso. Muchas de las asignaturas y materias que están contempladas para su estudio en este cuarto curso son comunes también al resto de las especialidades industriales.

A continuación vamos a concretar las materias que configuran los cuatro cursos y que responden y recogen las competencias que según la Orden del MICINN deben adquirirse en cada uno de los módulos citados.

Para una mayor claridad se presentarán por cursos las asignaturas o materias y se prescindirá de los aspectos competenciales, que en cualquier caso se encuentran recogidos en la Orden del MICINN.

3. ASIGNATURAS-MATERIAS DE PRIMER CURSO (COMUNES A LA RAMA INDUSTRIAL)

El primer curso, está configurado en base a:

- 1) (Materia de 18 ECTS): Fundamentos Matemáticos de la Ingeniería (Cálculo 12 ECTS +Algebra 6 ECTS). Se ha programado con 12 créditos ECTS para el primer semestre y 6 ECTS para el segundo semestre.

- 2) Fundamentos Físicos de la Ingeniería (materia de 12 ECTS). Se ha programado como asignatura anual con 6 ECTS por cada uno de los dos semestres.
- 3) Fundamentos Químicos de la Ingeniería (materia de 9 ECTS). Se ha programado como asignatura anual con 3 ECTS en el primer semestre y 6 ECTS en el segundo semestre.
- 4) Expresión Gráfica (materia de 9 ECTS). Se ha programado como asignatura anual con 3 ECTS en el primer semestre y 6 ECTS en el segundo semestre.
- 5) Fundamentos de Informática (asignatura de 6 ECTS). Se ha programado como asignatura del primer semestre.
- 6) Métodos Estadísticos de la Ingeniería (asignatura de 6 ECTS). Se ha programado como asignatura de segundo semestre.

Con esta configuración para el primer curso (supone 60 ECTS = 1500 horas de trabajo total) entendemos que puede ser asumible para un alumno típico. Parece evidente que será necesario optimizar el calendario aumentando las 15 semanas por cuatrimestre que actualmente se contabilizan (en el mejor de los casos). De no hacerlo así la carga de trabajo sería excesiva (1500 horas/ 2x15 semanas = 50 horas/semana).

Al margen de las cuestiones de ocupación temporal el nivel de dificultad nos parece medio (aceptable) para un estudiante medio que se dedique en exclusiva. Probablemente sea complicado para un alumno medio que pretenda compatibilizar los estudios con una ocupación regular, por lo que sería interesante comenzar a pensar en la posibilidad de estudios a tiempo compartido y de más larga duración, lo que tampoco se puede improvisar.

4. ASIGNATURAS-MATERIAS DE SEGUNDO CURSO (COMÚN A LA RAMA INDUSTRIAL)

El segundo curso está configurado en base a las siguientes asignaturas:

- 1) Ingeniería Térmica (asignatura de 6 ECTS). Primer semestre.
- 2) Circuitos Eléctricos (asignatura de 6 ECTS). Primer semestre.
- 3) Electrónica Industrial (asignatura de 6 ECTS). Primer semestre.
- 4) Ciencia de los Materiales (asignatura de 6 ECTS). Primer semestre.
- 5) Mecánica (asignatura de 6 ECTS). Primer semestre.
- 6) Mecánica de Fluidos (asignatura de 6 ECTS). Segundo semestre.
- 7) Máquinas Eléctricas (asignatura de 6 ECTS). Segundo semestre.
- 8) Automatismo y Control (asignatura de 6 ECTS). Segundo semestre.
- 9) Resistencia de Materiales (asignatura de 6 ECTS). Segundo semestre.
- 10) Sistemas de Producción y Fabricación (asignatura de 6 ECTS). Segundo semestre.
- 11) Nuestra propuesta es que, por simetría con otras especialidades (eléctrica, mecánica, electrónica) debe aparecer en segundo curso una asignatura claramente ligada a la especialidad Química Industrial, primero por estar convencidos de la necesidad (con contenidos de almacenamiento de fluidos, transporte de fluidos, Operaciones con sólidos, Operaciones de separación, Adsorción y Absorción,

Seguridad e Higiene Industrial, entre otros) y por otro lado (no por ello menos importante) por que si no hay una asignatura relacionada con la Química Industrial será muy difícil que un alumno sea capaz de elegir la especialidad Química Industrial en tercer curso con los exiguos “recuerdos” de los Fundamentos de Química del primer curso (siendo además común a todas las especialidades industriales, con lo que ello comporta en cuanto a contenidos).

Por tanto, creemos necesario y deseable introducir en segundo curso una asignatura de Tecnología Química, para lo cual se propone refundir dos de las asignaturas propuestas (Circuitos Eléctricos y Máquinas Eléctricas) o bien desplazar la asignatura de Sistemas de Producción y Fabricación al cuarto curso (eliminando de éste la asignatura de Sistemas de Gestión Integrada, que no tiene competencias definidas por parte del Ministerio de Ciencia e Innovación).

Esta configuración para el segundo curso exige también una optimización y aumento del número de semanas lectivas, tal como se razonó en la discusión para el primer curso.

Al margen de las cuestiones meramente temporales, el nivel de dificultad para este curso es elevado. Creemos que va a suponer un “cuello de botella” en los estudios que dificultará el progreso normal de los alumnos a tercer curso (que no olvidemos es de especialidad). Veremos aparecer muchos alumnos con asignaturas de segundo curso pendientes de aprobar, cursando tercero y cuarto curso, con las turbulencias pedagógicas que supone (faltas a clase, faltas a laboratorios y talleres, dificultades de coordinación para elaboración de trabajos/exposiciones, etc.) que es precisamente lo que se pretende mejorar en el EEES.

5. ASIGNATURAS-MATERIAS DE TERCER CURSO (TECNOLOGÍA ESPECÍFICA EN QUÍMICA INDUSTRIAL)

El tercer curso está configurado en base a las siguientes asignaturas:

- 1) Físicoquímica (asignatura de 6 ECTS). Se ha programado como asignatura de primer semestre.
- 2) Química Analítica (asignatura de 6 ECTS). Se ha programado como asignatura de primer semestre.
- 3) Experimentación en Química (materia de 9 ECTS). Se ha programado como asignatura con 6 ECTS en el primer semestre y 3 ECTS en el segundo semestre. Se trata de un laboratorio integrado sobre caracterización fisicoquímica, síntesis de sustancias orgánicas e inorgánicas y métodos analíticos.
- 4) Ingeniería de la Reacción Química (asignatura de 6 ECTS). Se ha programado como asignatura de segundo semestre.
- 5) Operaciones Unitarias y Equipos para la Industria Química (materia de 12 ECTS). Se ha programado como asignatura anual con 6 ECTS en cada semestre.
- 6) Simulación y Optimización de Procesos y Productos (asignatura de 6 ECTS). Se ha programado como asignatura de segundo semestre.

- 7) Química Industrial (asignatura de 6 ECTS). Se ha programado como asignatura de segundo semestre.
- 8) Experimentación en Ingeniería Química (materia de 9 ECTS). Se ha programado como laboratorio integrado sobre propiedades termodinámicas y de transporte, flujo de fluidos y transmisión de calor, Operaciones de transferencia de materia y cinética de reacciones químicas. Se ha programado temporalmente para cursarla en segundo semestre.

Esta configuración para el tercer curso exige una optimización y aumento en el número de semanas lectivas, tal como ya se ha argumentado en la discusión de los cursos primero y segundo.

En cuanto a la dificultad de tercer curso consideramos que es elevada y las sinergias que pueden presentarse con el mencionado “cuello de botella” del segundo curso pueden hacer insalvable este tercer curso.

6. ASIGNATURAS-MATERIAS DE CUARTO CURSO

- a) ASIGNATURAS DE FORMACIÓN BÁSICA (según Decreto de Competencias del MICINN):
 - 1.- Economía y Administración de Empresas (asignatura de 6 ECTS). Se ha programado como asignatura de primer semestre.
- b) ASIGNATURAS COMUNES A LA RAMA DE INDUSTRIALES
 - 2.- Sistemas de Gestión Integrada (asignatura de 6 ECTS). Se ha programado como asignatura de primer semestre.
 - 3.- Gestión de Proyectos (asignatura de 6 ECTS). Se ha programado como asignatura de primer semestre.
 - 4.- Tecnologías Ambientales aplicadas a la Industria (asignatura de 6 ECTS). Se ha programado como asignatura de primer semestre.
 - 5.- Organización de Empresas Industriales (asignatura de 6 ECTS). Se ha programado como asignatura de primer semestre.
 - Todas las asignaturas/materias, suman un total de 30 ECTS (Primer Semestre) para posibilitar las Prácticas en Alternancia.
 - Será necesario practicar una estrecha vigilancia para evitar el deterioro a corto plazo (universitario) ya que las dificultades de progreso universitario serán grandes y la adopción de una salida fácil (justificar las prácticas en alternancia como causa de la no progresión normal en los estudios) parece un recurso que será utilizado con cierta frecuencia.
- c) TRABAJO DE FIN DE GRADO (materia de 12 ECTS). Programado como materia de segundo semestre.
- d) ASIGNATURAS OPTATIVAS

En esta Comunidad Autónoma del País Vasco, debe introducirse el idioma co-oficial Euskera técnico y además se ha acordado introducir los idiomas Inglés Técnico

y Francés Técnico, ambos como asignaturas de 6 ECTS, con una cierta libertad temporal en cuanto a su ubicación.

Nuestro Departamento de Ingeniería Química y del Medio Ambiente de la UPV-EHU, ha propuesto la introducción de las siguientes asignaturas optativas para cursarlas en todas la Escuelas de Ingeniería de la Comunidad Autónoma del País Vasco:

- 1) Biotecnología y Nanotecnología (asignatura de 6 ECTS). Se programará como asignatura de segundo semestre. Corresponde a una de las competencias descritas por el MICINN.
 - 2) Tecnología de Plásticos (asignatura de 6 ECTS).
 - 3) Adhesivos, recubrimientos y Composites (asignatura de 6 ECTS)
 - 4) Petroquímica y recursos Energéticos (asignatura de 6 ECTS).
- El cuarto curso suscribe completamente la necesidad de optimizar el calendario y extender el número de semanas lectivas, dados los efectos acumulativos que se producirán en cursos anteriores.
 - La dificultad de este cuarto curso, apriorísticamente es menor que la de los cursos segundo y tercero, lo que puede contribuir a facilitar la adecuada progresión de los alumnos. No obstante, hay que reconocer la elevada contribución que sería deseable que hiciesen los alumnos a lo largo de este cuarto curso. Además, la realización del trabajo de Proyecto Fin de Grado, que como se menciona explícitamente en el Plan de Estudios, debe tener el carácter de “trabajo original” consumirá una importante cantidad de esfuerzos y de tiempo, pero debe dotársele del reconocimiento necesario ya que se trata del primer proyecto que realizará un futuro ingeniero.

7. TÁCTICA DOCENTE

Bajo este título vamos a tratar de recoger algunos aspectos relacionados con los detalles tácticos de la enseñanza de la Química, dentro de la aplicación del EEES en nuestro centro.

De acuerdo con la Normativa UPV-EHU sobre Tipos de Docencia y Dimensionamiento de Grupos (Resolución 24 Octubre 2006- BOPV- 27 noviembre 2006), el tamaño medio de los grupos para cada tipo de docencia, se establece como sigue:

- Clase Magistral: 80- 100 alumnos. Se toman 100 como referencia
- Seminario: 15 – 20 alumnos. Se toman 25 como referencia
- Prácticas de Aula: 35 – 45 alumnos. No hay referencia
- Prácticas de Laboratorio: 16 – 20 alumnos. Se toman 25 como referencia
- Prácticas de Ordenador: 24 – 30 alumnos. No hay referencia
- Talleres Industriales: 14 – 18 alumnos. Se toman 25 como referencia
- Prácticas de campo: 18 – 20. No se contabilizan
- Con objeto de facilitar la planificación horaria, en la escuela de Ingeniería Técnica de Bilbao se plantea que el tamaño de los grupos para la docencia de

Seminarios, Prácticas de Laboratorio, Prácticas de Ordenador, Talleres Industriales, sea el mismo.

- Las Prácticas de Aula pueden irse al tamaño de la Clase Magistral, si se dispara el número necesario de Profesores. Se maneja una relación (Encargo contratado/ Alumnos) > 1,6
- Por cada ECTS se considerarán 10 horas presenciales y 15 no presenciales
- Se proponen 3 tipos de distribuciones de Docencia Presencial:
 - Distribución A: 50% Magistral + 25% Prácticas Aula + 25% (seminario+Prácticas de Laboratorio+ Prácticas de Ordenador)
 - Distribución B: 75% Magistral + 0% Prácticas de Aula + 25% (seminario+Prácticas de Laboratorio+ Prácticas de Ordenador)
 - Distribución C: 50% Magistral + 50% Prácticas de Aula + 0% (seminario+Prácticas de Laboratorio+ Prácticas de Ordenador)
 - Distribuciones diferentes a las propuestas deberán ser consultadas.

Con esta planificación y la buena voluntad de algunos Profesores, PAS y Alumnos se pretende llevar a cabo lo que constituye el mayor cambio en el sistema educativo español y el mayor reto, por la falta de experiencia, de los encargados de materializarlo, en unos momentos en los que la crisis no augura que recibirá la adecuada atención presupuestaria. Resulta sorprendente, por utilizar una frase, que los tiempos que se reservan las autoridades políticas, sociales y educativas (autoridades) para su revisión sea considerablemente mayor que el que nos han concedido a los Profesores para elaborarlo. Finalmente, si bien es cierto que este nuevo Plan de Estudios (EEES) no ha sido comprobado para su éxito, tampoco hay ninguna previsión (o al menos no la conocemos) para el caso de que fracase y haya que sustituirlo por otro o volver al actual. Parece que el convencimiento de que tiene que ser éste no nos ha permitido prever que, como todo, puede fallar o haya que hacer reajustes (propios del mejor sistema de mejora continua).

REFLEXIONES SOBRE LOS CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA COMÚN DE QUÍMICA EN LOS NUEVOS GRADOS DE DISTINTAS INGENIERÍAS

Joaquín Martínez Urreaga y Gabriel Pinto Cañón

Grupo de Innovación Educativa de Didáctica de la Química
Departamento de Ingeniería Química Industrial y del Medio Ambiente
ETSI Industriales, Universidad Politécnica de Madrid
joaquin.martinez@upm.es, gabriel.pinto@upm.es

Los planes de estudio de las diferentes ingenierías de la rama industrial deben incluir, según las órdenes ministeriales, al menos 6 créditos de Química Básica, esos créditos, que en algunas titulaciones serán toda la Química que cursarán los alumnos, han de ser convalidables directamente para facilitar la movilidad de los estudiantes. Con objeto de discutir la selección de contenidos para esa asignatura, en este trabajo se revisan las recomendaciones de algunos documentos (TUNING, ABET, Libros Blancos y otros). Como resultado de estas discusiones, surgen algunas ideas, muy básicas, sobre lo que podrían ser algunos contenidos y metodologías comunes en esta asignatura de Química común en diferentes Ingenierías. Estas bases comunes se desarrollarían luego en cada Grado, para adecuarse a la especificidad de cada ingeniería, y en cada centro, para adecuarse a la especificidad de cada Plan de Estudios.

1. INTRODUCCIÓN

En el momento actual, en las distintas Universidades españolas, tenemos nuevos planes de estudio, adaptados a las recomendaciones del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Algunos de estos planes se encuentran en fase de evaluación por Agencia Nacional de Evaluación y Acreditación (ANECA), mientras que otros están ya en proceso de implantación. Los estudios de grado, en el caso de las diferentes ingenierías de la rama industrial, deben incluir al menos 6 créditos de Química Básica, que han de ser convalidables directamente para facilitar la movilidad de los estudiantes y reducir los índices de fracaso, uno de los objetivos del proceso actual de reforma de los estudios superiores. El hecho de que esos créditos sean convalidables de forma casi automática hace que sea útil dialogar sobre los contenidos y metodologías de estas asignaturas, con el objetivo de buscar puntos de encuentro que hagan que las convalidaciones sean, además de automáticas, razonables.

A la hora de seleccionar los contenidos y las metodologías para una asignatura y, por tanto, a la hora de buscar puntos de encuentro en esas cuestiones, es recomendable analizar la normativa (órdenes ministeriales), las recomendaciones realizadas por diferentes organismos como ANECA (libros blancos) o ABET (*Accreditation Board for Engineering and Technology*) y los resultados de algunos proyectos, como los recogidos en el informe TUNING (conocido por la primera palabra de su nombre

completo: *Tuning Educational Structures in Europe*, donde el término *tuning* significa afinación, sintonización o puesta a punto). Además, por supuesto, es necesario analizar de forma realista los recursos disponibles (humanos y materiales), así como la formación previa de los alumnos que llegan a nuestras Escuelas y Facultades.

También puede resultar útil, en ese diálogo, volver a las cuestiones más básicas. Volver a plantearnos preguntas como: *¿Qué puede/debe aportar la Química Básica en la formación común en las distintas ingenierías de la rama industrial? ¿Qué tienen en común las distintas ingenierías?*

En este trabajo se analizan en primer lugar el Real Decreto de ordenación de enseñanzas universitarias y algunas órdenes ministeriales, correspondientes a diferentes grados de ingeniería, como ejemplos representativos de normativa vigente. A continuación hemos intentado relacionar los posibles contenidos de la asignatura básica de Química con las competencias genéricas que se recogen en el informe TUNING para todos los estudios superiores. En la misma línea, hemos buscado relaciones con los requisitos de ABET para acreditar los estudios de las diferentes ingenierías, así como con las recomendaciones de los Libros Blancos y otros estudios. Finalmente, hemos analizado de forma breve algunas cuestiones fundamentales relativas a la formación previa de los alumnos que entran en la Universidad.

El resultado de esta revisión es un conjunto de propuestas básicas sobre lo que podrían ser contenidos y metodologías análogas en esta asignatura de Química común en diferentes ingenierías. Estas bases comunes deberían completarse y desarrollarse luego en cada grado y en cada centro, ara tener en cuenta las características de cada caso.

2. NORMATIVA

El Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales (1), establece en el Capítulo III, *Enseñanzas universitarias oficiales de Grado*, las normas para el reconocimiento de créditos entre universidades o titulaciones. Según el Artículo 13 (*Reconocimiento de Créditos en las enseñanzas de Grado*):

a) Siempre que el título al que se pretende acceder pertenezca a la misma rama de conocimiento, serán objeto de reconocimiento los créditos correspondientes a materias de formación básica de dicha rama.

La Química es una de las materias básicas en diferentes ingenierías, entre las que se encuentran los grados de Tecnologías Industriales, Ingeniería Química, Mecánica, Eléctrica y otros, como Aeronáuticos o Agrónomos. Así, el resultado de esta redacción del Real Decreto es que los créditos cursados en asignaturas de Química deberán ser reconocidos, esto es, convalidados, cuando un alumno cambie de centro o titulación. Este hecho hace que sea interesante buscar puntos de encuentro entre los

diferentes Centros que imparten asignaturas de Química, para que esa convalidación sea, además de automática, razonable.

La normativa no es muy explícita a la hora de definir esa Química como materia básica de muchas Ingenierías. Para encontrar información sobre los contenidos de esa Química hay que ir a las órdenes ministeriales por las que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión, que se han publicado para muchas Ingenierías en los primeros meses de 2009. En las referencias 2-3 se recogen algunas de esas Órdenes. Lo que dicen sobre la Química, como materia básica, es bastante escueto:

“Conocimientos básicos de la química general, química orgánica e inorgánica y sus aplicaciones en la ingeniería” (título Ingeniero Técnico Agrícola) (2)

“Capacidad para comprender y aplicar los principios de conocimientos básicos de la química general, química orgánica e inorgánica y sus aplicaciones en la ingeniería” (grados de la Rama Industrial) (3).

Estas normas se están traduciendo actualmente en diferentes planes de estudio. Del análisis de algunos de estos planes de estudio, puede deducirse que en muchos casos se irá a 6 créditos de Química en total. En otros casos, habrá lógicamente más créditos dedicados a la Química Básica, tal como se entiende en las órdenes ministeriales. Además, parece que habrá otros créditos relacionados con la Química en asignaturas de Medio Ambiente o Materiales, en algunos planes de estudio.

Centrándonos en la Química “básica”, parece evidente que los contenidos que podrían asociarse razonablemente a la descripción: *“Conocimientos básicos de la química general, química orgánica e inorgánica y sus aplicaciones en la ingeniería”*, que aparece en las órdenes ministeriales, no pueden abordarse en sólo 6 créditos. Por ello, y pensando especialmente en los Centros en los que la Química se reducirá a sólo 6 créditos, es especialmente interesante centrarse en las cuestiones básicas y comunes a las Químicas, general, orgánica e inorgánica.

3. RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS ANALIZADAS EN EL PROYECTO TUNING

En el proyecto TUNING, ya citado anteriormente, se estudió un planteamiento de la educación superior basado en que los alumnos alcancen una serie de competencias, planteamiento que coincide con el del Real Decreto 1393/2007, que establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. En la primera fase del estudio se definieron una serie de competencias genéricas o transferibles (un total de 30) y específicas, estas para cada rama de conocimiento, y se solicitó a diferentes sectores como graduados, empleadores o académicos, mediante encuestas, que valoraran el interés de las citadas competencias. En la tabla 1 se reproducen las competencias más valoradas por graduados y empleadores.

A la vista de esta tabla, está claro que la Química básica, aparte de sus competencias cognitivas específicas, puede aportar mucho en competencias genéricas muy importantes. Por ejemplo, los laboratorios de Química pueden ser importantes para la formación en competencias como *Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica*, *Trabajo en equipo*, *Capacidad de análisis y síntesis* y otras. También la Química impartida en el aula puede ser relevante en otras competencias como *Resolución de problemas* o *Conocimientos básicos de la profesión*. Estos resultados pueden informarnos sobre cómo podemos plantear las asignaturas de forma genérica para que la contribución de la Química a la formación en competencias sea máxima.

Tabla 1. Competencias genéricas más valoradas por graduados y empleadores, según el proyecto TUNING (tomada de 4).

| Clasificación combinada. Graduados y empleadores | | |
|--|---|-------------------------|
| Nom. | Descripción | Clasificación combinada |
| imp1 | Capacidad de análisis y síntesis | 1 |
| imp10 | Capacidad de aprender | |
| imp15 | Resolución de problemas | |
| imp2 | Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica | 2 |
| imp13 | Capacidad para adaptarse a nuevas situaciones | 3 |
| imp29 | Preocupación por la calidad | |
| imp11 | Habilidades de gestión de la información | 4 |
| imp25 | Habilidad para trabajar en forma autónoma | |
| imp17 | Trabajo en equipo | 5 |

Algunas ideas serían:

- Dar la máxima importancia posible a los laboratorios de Química (siempre en función de las disponibilidades humanas y materiales, y que no deben limitarse a un mero trabajo rutinario del alumno, siguiendo un guión a modo de receta).
- Potenciar aspectos como el trabajo en equipo, el trabajo de forma autónoma (en el laboratorio y fuera de él).
- Valorar como un objetivo importante la mejora de la capacidad de los alumnos para resolver problemas.

Las respuestas de los académicos, dentro del proyecto TUNING, aparte de sus competencias cognitivas específicas, fueron un poco diferentes, como puede verse en la Tabla 2.

No obstante, también hay competencias muy valoradas en esta lista, que aparecen en los primeros lugares, como los *conocimientos generales básicos* o *la capacidad*

para aplicar los conocimientos en la práctica, en las que la Química puede aportar mucho.

Es interesante resaltar la diferencia entre las valoraciones del grupo de académicos y el de graduados y empleadores, que son importantes. Una diferencia significativa aparece en la valoración que se da a los *conocimientos generales básicos*; para graduados y empleadores está en el nivel 12 (no aparece en los primeros puestos recogidos en la tabla), pero para los académicos aparece en primer lugar. Por otra parte, algunas competencias en las que la Química básica podría jugar un papel importante, como el trabajo en equipo o la resolución de problemas, aparecen más valoradas por empleadores y graduados que por los propios académicos.

Tabla 2. Competencias genéricas más valoradas por el colectivo de académicos, según el proyecto TUNING (tomada de 4).

| Académicos | |
|------------|--|
| Nom. | Descripción |
| imp4 | Conocimientos generales básicos sobre el área de estudio |
| imp1 | Capacidad de análisis y síntesis |
| imp10 | Capacidad de aprender |
| imp14 | Capacidad para generar nuevas ideas (creatividad) |
| imp2 | Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica |
| imp12 | Capacidad crítica y autocrítica |
| imp13 | Capacidad para adaptarse a nuevas situaciones |
| imp5 | Conocimientos básicos de la profesión |
| imp6 | Comunicación oral y escrita en la propia lengua |
| imp20 | Capacidad de trabajar en un equipo interdisciplinar |
| imp9 | Habilidades de investigación |

4. COMPETENCIAS RECOMENDADAS POR ABET

Otras competencias a considerar son las recogidas por ABET (5), que se reflejan en la Tabla 3.

Aunque la redacción de las competencias necesarias para un ingeniero es distinta (en ABET el número de competencias recomendadas es menor), se puede observar que se repiten las más importantes, y que algunas de ellas pueden estar muy relacionadas con una asignatura básica de Química. Son competencias como *Capacidad para identificar, formular y resolver problemas técnicos*, *Capacidad para trabajar en equipo de forma efectiva* o la *Capacidad para dirigir, analizar e interpretar experimentos*. En las cuestiones relativas al trabajo experimental insisten dentro del criterio 5, en el que hablan de contenidos (currículum) en general en ingeniería y tecnología: *“Física y Ciencias Naturales: El contenido de ciencia básica puede incluir la física, la química, o ciencias de la tierra y la vida según los objetivos del programa. Este componente debe incluir experiencias de laboratorio que*

desarrollen los conocimientos en experimentación, observación, medición y documentación”.

Tabla 3. Competencias genéricas de ABET (5).

Criterio 3. Cada programa debe demostrar que los graduados poseen:

- a. Adecuada maestría en los conocimientos, técnicas, habilidades y herramientas actuales de sus respectivas disciplinas.*
- b. Capacidad para aplicar el conocimiento actual y adaptar a aplicaciones emergentes de matemáticas, ciencia, ingeniería y tecnología.*
- c. Capacidad para dirigir, analizar e interpretar experimentos, y aplicar resultados experimentales para mejorar procesos.*
- d. Capacidad para utilizar creatividad en el diseño de sistemas, componente o procesos adecuados a los objetivos del programa educativo.*
- e. Capacidad para trabajar en equipo de forma efectiva.*
- f. Capacidad para identificar, formular y resolver problemas técnicos.*
- g. Capacidad para comunicar de forma efectiva.*
- h. Reconocer la necesidad y poseer la capacidad de aprendizaje a lo largo de toda la vida.*
- i. Capacidad para comprender las responsabilidades profesionales, éticas y sociales.*
- j. Respeto por la diversidad y conocimiento de los temas actuales profesionales, sociales y mundiales.*
- k. Compromiso con la calidad, la puntualidad, y la mejora continua.*

5. OTROS ESTUDIOS

Las mismas competencias fundamentales se repiten en otros estudios, como algunos Libros Blancos de ANECA, o estudios realizados en otros países, también basados en encuestas realizadas a empleadores, graduados y académicos, como los que han analizado recientemente Grant y Dickson en un artículo en la revista de la IChemE (*Institution of Chemical Engineers*) (6).

Cabe destacar también que ni en los documentos de TUNING ni en los de ABET se especifican contenidos asociados a las competencias. Hay que recordar que en el nuevo marco educativo los contenidos no son el aspecto esencial, siempre que permitan alcanzar las competencias. Sin embargo, en todos los documentos se menciona, lógicamente, la necesidad de poseer los conocimientos, herramientas y habilidades básicas y propias de cada disciplina. Y éste es un aspecto de gran interés que merece ser objeto de reflexión: el aprendizaje basado en competencias no excluye el interés de los contenidos de cada materia, sino que los considera un aspecto relevante; pero otorga más importancia a la preparación necesaria para ir adquiriendo y ampliando esos conocimientos a lo largo de la vida.

A este respecto, cabe reseñar que en una de las encuestas recogidas en el trabajo de Grant y Dickson (6) (realizada a graduados en Ingeniería Química en el Reino Unido y en Japón), se preguntaba por las competencias que echaban en falta en su formación y aquéllas que poseían en exceso, en relación a sus necesidades. Entre las primeras aparecen algunas que se han repetido en este trabajo, como resolución de problemas o comunicación oral. En cuanto a las competencias en exceso, los graduados opinaron, curiosamente, que poseían un exceso de conocimiento teórico de su disciplina. Esta respuesta, que aparece también en otras encuestas, como algunas recogidas en Libros Blancos, constituye otra opinión a favor de las enseñanzas prácticas.

6. LOS ALUMNOS DE NUEVO INGRESO EN LA UNIVERSIDAD

A la hora de seleccionar los contenidos es importante analizar los conocimientos, capacidades y actitudes de los alumnos a comienzo de curso. Capacidades y actitudes son valores más subjetivos, sobre los que, con seguridad, todos los docentes tenemos ideas formadas, por lo que en este punto nos centraremos más en los conocimientos previos de los alumnos que entran en la Universidad.

En los últimos años se han realizado numerosos estudios sobre los conocimientos de los alumnos de nuevo ingreso en la Universidad, unos más fiables que otros. En general, estos estudios indican que existe una gran variabilidad entre los alumnos, entre los que se encuentran algunos con un nivel muy elevado y otros con un nivel muy bajo en Química o con lagunas significativas en algunos temas, dependiendo de su procedencia.

Un resultado fundamental en esta línea puede obtenerse simplemente preguntando a los alumnos de primer curso en clase, en una encuesta que puede realizarse en unos minutos. En los últimos años, esas encuestas indican que, aproximadamente, un 40% de los alumnos que entran en la titulación de Ingeniería Industrial en la ETSI Industriales de la UPM, no han cursado Química en el último curso de Educación Secundaria. Aproximadamente, un 50% de los alumnos declara no haberse examinado de Química en Selectividad, confirmando que no se han preparado esa asignatura a un nivel aceptable.

Este resultado es especialmente importante, pues afecta a una de las competencias que deben reunir los futuros ingenieros, el dominio de los conocimientos fundamentales de su rama. En esos 6 créditos comunes de Química de las nuevas titulaciones, habría que intentar asegurar conocimientos básicos de Química general, orgánica e inorgánica en las Ingenierías, entre los que destacaríamos:

- Formulación
- Fundamentos del enlace químico
 - Estructura electrónica
 - Enlaces tipo y fuerzas intermoleculares
 - Propiedades tipo de materia y materiales

- Fundamentos de los procesos químicos.
 - *Estequiometría e introducción a los balances de materia*
 - *Disoluciones y cambios de estado*
 - *Termodinámica y equilibrio*

Evidentemente, en esta lista faltan contenidos y los epígrafes que aparecen están insuficientemente definidos. Así, por ejemplo, el epígrafe “termodinámica y equilibrio” puede incluir más o menos contenido teórico, puede incluir, o no, equilibrios ácido-base, equilibrios redox u otros equilibrios. Esa breve lista es sólo una propuesta de mínimos comunes que debería ser ampliada con más créditos si fuera posible. En cualquier caso, haya o no más créditos, esa lista debería ser orientada y desarrollada en cada grado y en cada centro, en función de las necesidades específicas de cada caso.

Otra información relevante que puede obtenerse en una encuesta rápida a los alumnos se refiere a la experiencia previa en el trabajo experimental. En los últimos años, aproximadamente un tercio de los nuevos alumnos de Ingeniería Industrial en la UPM afirman no haber realizado ninguna práctica de laboratorio. Del resto, parece que una parte significativa se ha limitado a estar en el laboratorio mientras el profesor realizaba la práctica, sin asumir la responsabilidad del trabajo experimental. Este porcentaje es más difícil de cuantificar con exactitud, por la dificultad de definir de forma clara y única para todos los conceptos de autonomía y responsabilidad. En cualquier caso, parece razonable asegurar que más de la mitad de los alumnos, en total, no ha realizado ninguna práctica con un mínimo de autonomía o responsabilidad. Es otro dato que apoya la necesidad del trabajo experimental dentro de una asignatura básica de Química para Ingeniería.

7. RESUMEN: DISCUSIÓN SOBRE LOS CONTENIDOS PARA SEIS CRÉDITOS DE QUÍMICA COMÚN

Del análisis de la normativa, las competencias deseables y la formación previa de los alumnos se pueden extraer algunas ideas que pueden servir de base para discutir los contenidos de esos 6 créditos comunes de Química.

- a) La normativa es poco explícita en cuanto a los contenidos y se limita a la necesidad de garantizar los conocimientos básicos y su aplicación.
- b) Hay una serie de competencias que de forma unánime se consideran esenciales para un ingeniero. La Química puede jugar un papel muy importante en la formación en las Ingenierías, en la adquisición de algunas de esas competencias, como las capacidades para el trabajo experimental, el trabajo en equipo o la resolución de problemas.
- c) Para la adquisición de estas competencias, las metodologías elegidas son, incluso, más importantes que los contenidos seleccionados. Habría que potenciar el trabajo en equipo, el trabajo en resolución de problemas y,

especialmente, el trabajo en el laboratorio, que debe incluir responsabilidad del alumno y no únicamente seguir un guión a modo de receta. La aplicación de estas recomendaciones exige disponer de los recursos necesarios, principalmente humanos.

d) Entre las competencias que deben poseer los ingenieros se encuentra, por supuesto, disponer de los conocimientos básicos de la rama. En la parte que corresponde a la Química, el dato fundamental es que la mitad de los alumnos que entran en la Universidad tienen un nivel muy bajo de Química, por lo que hay que trabajar especialmente las cuestiones más básicas y fundamentales de la Química, como formulación, fundamentos del enlace químico y fundamentos de los procesos químicos. Estos puntos podían ser la base común de contenidos de la asignatura común de 6 créditos.

e) Evidentemente, quedan sin incluir muchos contenidos que podemos considerar esenciales en todas las ingenierías, además de aquellos que podemos considerar importantes en algunas Ingenierías, como la Cinética en Ingeniería Química o la Química de Materiales en la Aeronáutica. Estos contenidos requieren créditos de formación adicionales, aunque también se puede jugar con la orientación y los ejemplos que se empleen, en esa asignatura básica y común, en cada uno de los centros. Así se puede respetar también la autonomía de los diferentes centros y titulaciones.

AGRADECIMIENTO

Se agradece a la Universidad Politécnica de Madrid por la financiación del trabajo, a través del proyecto IE08053505.

REFERENCIAS

1. Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.
<http://www.boe.es/boe/dias/2007/10/30/pdfs/A44037-44048.pdf> (Acceso en abril de 2009).
2. Orden CIN/323/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Agrícola. BOE Núm. 43, 19 de febrero de 2009, Pág. 17719.
3. Resolución de 15 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Universidades, por la que se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros, por el que se establecen las condiciones a las que deberán adecuarse los planes de estudios conducentes a la obtención de títulos que habiliten para el ejercicio de las distintas profesiones reguladas de Ingeniero Técnico. BOE Núm. 25, 29 de enero de 2009, Pág. 9883.

4. *Tuning Educational Structures in Europe*. Informe Final Fase Uno. Editado por Julia González y Robert Wagenaar. Universidad de Deusto y Universidad de Groningen, 2003.
[http://www.relint.deusto.es/TUNINGProject/spanish/doc_fase1/Tuning%20Education al.pdf](http://www.relint.deusto.es/TUNINGProject/spanish/doc_fase1/Tuning%20Education%20al.pdf) (Acceso en marzo de 2009).
5. 2008-2009 *Criteria for accrediting engineering and technology programs*. ABET, Baltimore, USA.
<http://www.abet.org/Linked%20Documents-UPDATE/Criteria%20and%20PP/T001%2008-09%20TAC%20Criteria%2011-30-07-PROPOSED.pdf> (Acceso en marzo de 2009).
6. C. D. Grant y B. R. Dickson. *Education for Chemical Engineers*, **2006**, Vol.1, 23–29.

LA QUÍMICA VUELVE A LA SELECCIÓN: SE CONSIDERA BÁSICA

*Javier Albéniz Montes, Pilar Saavedra Meléndez, Rosa Barajas García,
Isabel Carrillo Ramiro y Consolación Reinoso Gómez*

Departamento de Química Industrial y Polímeros,
E.U.I.T. Industrial,

Universidad Politécnica de Madrid

C/. Ronda de Valencia 3, 28012 Madrid

javier.albeniz@upm.es / <http://quim.iqi.etsii.upm.es/didacticaquimica/inicio.htm>

La Química, de asignatura fundamental y común en primer curso del Plan 1971 pasa a considerarse no fundamental en el Plan 2002 y se consigue en la E.U.I.T.I. de Madrid que se curse como asignatura obligatoria de 6 créditos, aplicada y orientada a cada especialidad: Mecánica, Eléctrica y Electrónica Industrial. En los nuevos Planes de Grado presentados recientemente a verificación por la E.U.I.T.I., y basados en el RD 1393/2007, la Química vuelve a la selección y forma parte como asignatura básica y fundamental con un programa clásico general para obtener las competencias y objetivos necesarios, con la utilización de metodologías activas y evaluación continua.

1. INTRODUCCIÓN

En el curso académico 1971/72 comienzan a impartirse las enseñanzas de primer curso con carácter experimental, según se dispone a través de un Decreto de 22 de agosto de 1970. Este Plan 1971 contemplaba una asignatura de Química General en primer curso que era anual y común para todos los alumnos, presentando una carga lectiva de 5 h/semana que podría equivaler a 15 ECTS actuales.

A partir de 1987 con la entrada en vigor del Real Decreto 1497/1987, de 27 de noviembre se establecen las “Directrices generales comunes a los Planes de Estudio de los títulos universitarios con carácter oficial y validez en todo el territorio nacional”, y se inicia un proceso de reforma de la Universidad y de la Enseñanza Superior siguiendo el desarrollo y previsiones de la L.R.U. Los Reales Decretos 1402, 1403, 1404 y 1405 de 20 de noviembre de 1992 (B.O.E. 27-12-93), establecieron las directrices generales propias de los planes de estudio conducentes a la obtención de cuatro títulos oficiales de “Ingeniería Técnica Industrial”, en las especialidades: Mecánica, Electricidad, Electrónica Industrial y Química Industrial. Es, en el curso académico 2002/03, cuando se llevó a cabo la implantación de los nuevos planes de estudio renovados de Ingeniería Técnica Industrial de la E.U.I.T.I. de la U.P.M., Plan 2002, aprobados por Resolución de 20 de abril de 2001 (B.O.E. 24-05-2001) y con dicha implantación comienzan a impartirse las cuatro titulaciones, aludidas anteriormente, en la E.U.I.T.I. de Madrid.

Hemos de destacar que, después de numerosas reuniones anteriores a la implantación del Plan 2002, conociendo que la Química no se consideraba una

asignatura básica para todas las distintas titulaciones, se defendió por los profesores de Química General, adscritos en la E.U.I.T.I. de Madrid, su importancia como materia obligatoria.

Como resultado de estas actuaciones se consiguió que la Química siguiera ocupando espacio en las tres titulaciones de Ingeniería Técnica Industrial no químicas (Mecánica, Electricidad y Electrónica Industrial) como materia obligatoria y específicamente Aplicada a cada Ingeniería, en el primer cuatrimestre, con una carga lectiva de 6 créditos L.R.U. (4 horas/semana). En la titulación de Ingeniería Técnica Industrial, especialidad en Química Industrial, se contemplaba como asignatura troncal y se adjudicó una carga lectiva de 12 créditos L.R.U., en el primer cuatrimestre (8 horas/semana).

Esta situación, que evidentemente significa una disminución considerable de créditos de Química con respecto a los que se impartían en el Plan 1971, no fue generalizada en todas las Universidades españolas en lo referente, en concreto, a las titulaciones referenciadas. En diversas universidades nacionales, en dichas titulaciones, la Química desaparece por completo y sólo la contemplan como posible asignatura Optativa o de Libre Elección.

En el próximo curso académico 2009/10, o a lo sumo en el 2010/11, en los nuevos Planes de Grado que se impartirán en la E.U.I.T.I. de Madrid, actualmente en período de verificación y que son los Grados en: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica y Automática Industrial e Ingeniería Química y en el Grado de Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo de Productos, que próximamente, también, se presentará a verificación, basados en el Real Decreto 1393/2007, la Química vuelve a la selección y forma parte como asignatura básica y fundamental, en el primer semestre, con una carga lectiva de 6 ECTS.

2. QUÍMICA MATERIA BÁSICA: COMPETENCIAS Y CONTENIDOS

Las competencias genéricas que se consiguen con el estudio de la Química son: 1) el conocimiento de una materia básica y tecnológica que capacite a los alumnos para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones y poder aplicarlas a la práctica de la ingeniería; 2) aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas dentro de contextos amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos, trabajando en equipo; 3) comprender el impacto de la ingeniería en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable; 4) poseer habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando a lo largo de la vida para su adecuado desarrollo profesional.

Las competencias específicas, o si se prefiere, los resultados del aprendizaje en términos de capacidades, habilidades y actitudes que se pretenden obtener consisten en que los alumnos adquieran la capacidad para: 1) conocer, entender y utilizar los principios de Química General; 2) el trabajo en el laboratorio químico, trasladando los conocimientos teóricos al laboratorio relacionando los contenidos con el mundo real;

3) manipular productos químicos con seguridad y reconocer e implantar buenas prácticas de medida y experimentación.

Una breve descripción de los contenidos propuestos consiste en: Conceptos y definiciones elementales. Nomenclatura de química inorgánica y orgánica. Estequiometría. Estructura atómica. Tabla periódica y propiedades de los elementos. Enlace químico en los compuestos inorgánicos y orgánicos. Estados de agregación de la materia. Disoluciones y propiedades coligativas. Termodinámica, equilibrio y cinética de las reacciones químicas. Equilibrios iónicos en disolución. Procesos redox y electroquímicos. Aplicaciones de interés industrial en algunos procesos de obtención de compuestos inorgánicos y orgánicos. Experimentaciones básicas de laboratorio: manejo y montaje de material e instrumental, reactividad y normas de seguridad.

Los objetivos específicos teóricos- prácticos serán:

- Definir conceptos fundamentales, razonar cuestiones y resolver problemas básicos de estequiometría.
- Conocer los orígenes de la Mecánica Cuántica y la forma de los orbitales atómicos. Saber determinar configuraciones electrónicas, así como, analizar la variación de las propiedades periódicas de los elementos
- Conocer los tipos de enlace químico, las representaciones de estructuras de Lewis, los orbitales moleculares, la hibridación, la resonancia y las propiedades características que confieren los enlaces a los distintos materiales
- Conocer las principales diferencias y las condiciones bajo las que se producen las transiciones entre los diferentes estados de agregación o su coexistencia. Distinguir sistemas coloidales de disoluciones.
- Razonar cuestiones básicas y resolver problemas relacionados con la termoquímica y el equilibrio químico, la cinética de reacciones químicas, el equilibrio ácido-base, el equilibrio de solubilidad, las pilas electroquímicas, la electrólisis y las valoraciones redox
- Conocer la forma de obtener y las principales propiedades de algunos elementos y compuestos representativos y de interés industrial.

Los objetivos específicos experimentales serán:

- Familiarizarle con el equipo de laboratorio de uso corriente
- Desarrollar buenos hábitos de trabajo en el laboratorio (seguridad, limpieza, orden, manipulación de equipos, reactivos y residuos, trabajo en equipo).
- Desarrollar experimentaciones y observaciones de fenómenos químicos, realizando la toma de datos experimentales y su interpretación y discusión.
- Aprender a comunicar los resultados experimentales mediante la elaboración de informes.

3. METODOLOGÍA DOCENTE A EMPLEAR Y SU PLANIFICACIÓN

Con la nueva implantación del Espacio Europeo de Educación Superior hay que destacar que el tradicional papel del alumno pasivo-receptivo se ha ido modificando

con el nuevo concepto de enseñanza-aprendizaje en el cual no se entiende la acción del profesor sin la participación activa del alumno.

Durante los tres últimos cursos académicos se han venido utilizando metodologías activas de aprendizaje por los autores de este trabajo. En general, se han disminuido las horas dedicadas a las lecciones magistrales por otro tipo de acciones más participativas del alumno.

En general la metodología docente a emplear consistirá en:

1) Técnica expositiva: La explicación teórica o lección magistral es la técnica didáctica que identifica profesionalmente al profesor y consiste en la exposición oral de un tema, con el propósito de aportar información, generar la comprensión y estimular el interés.

2) Seminarios de problemas: Constituyen una actividad didáctica complementaria de las lecciones teóricas, ya que tanto los problemas como los ejercicios prácticos de aplicación pretenden clarificar, asentar y aplicar los conocimientos teóricos, presentándolos de forma estructurada en orden de dificultad progresiva. Para ello se realiza una selección amplia y representativa que cubra la totalidad del programa de los contenidos teóricos.

3) Prácticas de laboratorio: El alumno se familiariza con las técnicas experimentales básicas y adquiere destreza y soltura en el trabajo de laboratorio. Observa determinados fenómenos que anteriormente ha estudiado en el aula. Le estimula la observación y aprende a ordenar, interpretar e interrelacionar los datos experimentales mediante la elaboración de los informes de laboratorio.

4) Acciones cooperativas: Se utilizan equipos de trabajo con el fin de incrementar la participación de los alumnos y su motivación. Estas acciones ofrecen diversas posibilidades educativas como la de facilitar el diálogo y enseñar a escuchar de modo comprensivo, la de estimular el intercambio de ideas, informaciones y sugerencias, la de fortalecer el espíritu de grupo, la de preparar para realizar discusiones dirigidas, la de ejercitar la imaginación creadora mediante torbellino de ideas, la de situar los conceptos clave o centrales en un gráfico bidimensional o mapa conceptual, la de fomentar la revisión bibliográfica para documentarse en trabajos monográficos, la mejora de las capacidades de expresión escrita y oral mediante la presentación de las diferentes acciones propuestas en seminarios de clase, etc.

5) Resolución, entrega y exposición oral de problemas: El alumno de forma individual se enfrenta a la resolución, entrega y exposición de los problemas una vez que dispone de la información teórica necesaria. Este ejercicio le ayuda a comprender y aplicar los conceptos básicos estudiados y da lugar a un debate en el grupo sobre la materia tratada en el problema.

6) Acciones Tutoriales: Se realizan de forma grupal o individualmente.

7) Examen de clase: El alumno prepara aproximadamente el 70% del contenido de la asignatura. Al realizar esta prueba el alumno comprueba el estado actual de su nivel de conocimientos adquiridos.

8) Examen final: El alumno prepara todo el contenido de la asignatura.

Hay que destacar que con el nuevo planteamiento de los ECTS, el diseño curricular aporta aparentemente más información (1). La nueva equivalencia nos dice que 1 ECTS equivale a un intervalo de 25-30 horas, si bien en ellas están contempladas las horas de aula teóricas y prácticas, las horas experimentales de laboratorio, las horas dedicadas a estudio, las destinadas a trabajos individuales y grupales, las dedicadas a pruebas o exámenes, las dedicadas a visitas de instalaciones, etc. El número total de créditos establecido en los Nuevos Planes de estudio por cada curso académico será de 60, es decir, 30 ECTS por cada semestre. El curso académico tendrá una duración mínima de 36 y un máximo de 40 semanas (2).

Se deduce fácilmente que el número de horas por semestre académico estará comprendido entre un mínimo de 750 y el máximo de 900 horas, y la dedicación semanal de los estudiantes entre un mínimo de 37,5 y un máximo de 50 horas.

Es evidente que, ante la nueva situación, el profesor ha de organizar detalladamente el programa de la asignatura de modo que dentro de los créditos que tenga asignados se integren las enseñanzas teóricas, prácticas y experimentales, así como otras actividades dirigidas con su presencia o sin ella, con inclusión de las horas de estudio y de trabajo individual que el alumno debe realizar para alcanzar los objetivos formativos.

En la propuesta de nuestros Nuevos Planes de Estudio se ha fijado que la duración de un curso académico para todas las actividades de los alumnos será de 38 semanas, de las cuales 6 semanas se reservan exclusivamente para evaluaciones-exámenes finales y tutorías (febrero y junio), quedando 32 semanas anuales con clases y actividades presenciales o lo que es lo mismo, 16 semanas en cada semestre con clases y actividades presenciales. No se consideran las semanas relativas a los exámenes extraordinarios de julio ya que el cálculo se hace con las evaluaciones normales que conllevan una evaluación continua en las distintas materias. Además se ha considerado que 1 ECTS = 26 horas.

Para una duración de 32 semanas anuales con clases y actividades presenciales, se cumple que: 0,6 ECTS equivale a 1 h/semana (3).

Con respecto a la planificación de la metodología que se va a emplear, para el caso concreto que nos ocupa de la Química, hemos de tener en cuenta que la asignatura está enmarcada en el primer semestre con una carga de 6 ECTS, lo cual significa que tendremos que preparar toda nuestra programación completa para que pueda realizarse en 16 semanas, con 156 horas/semestre.

Además, sabemos que el número total de ECTS en dicho semestre es de 30 ECTS y somos conscientes que tenemos que tener en cuenta toda la posible carga de trabajo que acumule el alumno ocasionado por todas las asignaturas del semestre. Como, en definitiva, su carga semanal no debe superar las 50 horas hemos planteado una distribución consistente en: a) 1,2 ECTS para lecciones magistrales en aula; b) 1,2 ECTS para cuestiones, ejercicios, problemas, acciones cooperativas, acciones tutoriales grupales en el aula; c) 0,6 ECTS para prácticas experimentales en el laboratorio; d) 0,2 ECTS para pruebas, test y exámenes y e) 2,8 ECTS para trabajo individual del alumno.

En la planificación docente para la asignatura de Química, en las Titulaciones de Grado que se impartirán en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Madrid, se han estimado los grupos de alumnos para clases expositivas, participativas y acciones cooperativas-acciones tutoriales (≤ 40 alumnos) y para clases de laboratorios y acciones cooperativas (≤ 20 alumnos), que se observan en la Tabla 1. Así mismo, se ha estimado que se consideran necesarios 5,5 profesores a tiempo completo para su impartición.

Tabla 1. Previsiones de Tipos y Número de Grupos de Alumnos en función del número de Alumnos matriculados en primer curso

| <i>Título de Grado en Ingeniería</i> | <i>Alumnos matriculados en primer curso</i> | <i>Grupos para Clases expositivas y participativas (≤ 40 alumnos)</i> | <i>Grupos para Laboratorios y Acciones Cooperativas (≤ 20 alumnos)</i> |
|--|---|---|--|
| <i>Química</i> | <i>90</i> | <i>2</i> | <i>6</i> |
| <i>Mecánica</i> | <i>130</i> | <i>3</i> | <i>9</i> |
| <i>Eléctrica</i> | <i>105</i> | <i>2</i> | <i>6</i> |
| <i>Electrónica y Automática Industrial</i> | <i>120</i> | <i>3</i> | <i>8</i> |
| <i>Diseño Industrial y Desarrollo de Productos</i> | <i>70</i> | <i>2</i> | <i>4</i> |

4. SISTEMA DE EVALUACIÓN Y CALIFICACIONES

En la asignatura de Química los estudiantes obtendrán una calificación final, entre 0 y 10 puntos; la asignatura se supera con una nota igual o superior a 5 puntos.

Para la obtención de la nota final se realizarán distintas pruebas de evaluación acordes con la competencia a evaluar.

Se contempla un tipo de evaluación continua durante el desarrollo de la asignatura con el objetivo de calificar y realimentar al estudiante sobre sus logros o carencias.

Las actividades o pruebas de evaluación continua podrán tener diversos formatos:

- Autoevaluación: principalmente mediante la realización de cuestiones, test y la solución de ejercicios y/o problemas propuestos.
- Evaluación entre compañeros: en las actividades de trabajo cooperativo, foros de debate, exposiciones de los estudiantes, etc. En estas actividades de evaluación se utilizará una plantilla de valoración (rúbrica).
- Evaluación por los profesores: mediante la revisión y valoración de resultados de ejercicios, memorias de prácticas, trabajos individuales o de grupo, pruebas escritas, etc.

Los profesores, autores de este trabajo, han venido introduciendo innovaciones en el sistema de evaluación en las asignaturas de Química de primer curso que han venido impartiendo en el Plan 2002. Como referencia y punto de partida se puede utilizar inicialmente el siguiente método de evaluación:

a) Notas de clase: Examen de clase y Trabajos de clase.

Se efectuarán pruebas de clase en cada grupo, constando de teoría y problemas, que sirvan para evaluar el nivel de seguimiento y conocimiento adquirido por los alumnos. El contenido de dichas pruebas será formulado por los profesores que compartan la docencia de dicho grupo. La calificación obtenida en dichas pruebas se llamará “examen de clase”.

Se efectuarán “trabajos de clase”: a) entrega, resolución y exposición de problemas (1,0 punto); b) acciones tutoriales grupales de problemas resueltos de forma individual (1,5 puntos); c) acciones cooperativas en aula (2,0 puntos).

b) Nota final teoría y problemas:

Se efectuará un “examen final” que constará de teoría y problemas, propuesto por todos los profesores que compartan la docencia de la asignatura en los diferentes grupos. La nota de dicho examen será la “nota de examen final” de contenidos teóricos y problemas de la asignatura. Si la nota de examen final es igual o superior a 4,0 en la convocatoria de febrero, a dicha nota, se sumará el 10 % de la calificación de examen de clase si ésta es igual o superior a 4 y el 20 % de los puntos obtenidos en los trabajos de clase, pudiendo obtenerse como nota final una puntuación máxima de diez. Para poder realizar alguna adición de notas de clase a la nota de examen final, será imprescindible haberse presentado al examen de clase y disponer de algún punto de trabajos de clase.

c) Nota de prácticas de laboratorio:

El alumno desarrollará a lo largo del cuatrimestre las prácticas de laboratorio que se describen en el Guión de Prácticas de Laboratorio. Cada práctica tendrá una nota acorde con el trabajo realizado: cuestiones previas a cada experimentación, trabajo en laboratorio, memorias, acciones cooperativas y pruebas teóricas.

d) Nota global final (Teoría-Problemas más Prácticas de Laboratorio):

Tendrá calificación global final de Aprobado aquel alumno que haya obtenido nota final de contenidos teóricos y problemas de aprobado y además haya obtenido una calificación de aprobado en la nota de Prácticas de Laboratorio al finalizar las mismas en el semestre.

5. RESULTADOS PREVISTOS

En el curso actual 2008/09, los resultados obtenidos en la primera convocatoria de febrero, por ejemplo, en las asignaturas de Fundamentos de Química y de Químicas Aplicadas a la Ingeniería Mecánica, Electricidad y Electrónica Industrial, asignaturas del primer curso de las titulaciones de Ingeniería Técnica Industrial, especialidad Química Industrial y especialidades Mecánica, Electricidad y Electrónica Industrial, respectivamente, son los que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados académicos obtenidos por los alumnos
Con participación ECTS y sin participación ECTS. Curso 2008/09.

| <i>Alumnos Fundamentos de Química</i> | | | | <i>Aprobados con ECTS</i> | <i>Aprobados sin ECTS</i> |
|--|-----|--|-----|---------------------------|---------------------------|
| <i>totales matriculados</i> | 122 | <i>presentados a examen final de febrero</i> | 91 | 27 | 1 |
| <i>Alumnos Química Aplicada Ingeniería Mecánica</i> | | | | <i>Aprobados con ECTS</i> | <i>Aprobados sin ECTS</i> |
| <i>totales matriculados</i> | 200 | <i>presentados a examen final de febrero</i> | 122 | 43 | 3 |
| <i>Alumnos Química Aplicada Ingeniería Eléctrica</i> | | | | <i>Aprobados con ECTS</i> | <i>Aprobados sin ECTS</i> |
| <i>totales matriculados</i> | 149 | <i>presentados a examen final de febrero</i> | 86 | 30 | 2 |
| <i>Alumnos Química Aplicada Ingeniería Electrónica</i> | | | | <i>Aprobados con ECTS</i> | <i>Aprobados sin ECTS</i> |
| <i>totales matriculados</i> | 184 | <i>presentados a examen final de febrero</i> | 119 | 34 | 4 |

El porcentaje de aprobados frente a presentados tanto en Fundamentos de Química como en Químicas Aplicadas a la Ingeniería no es muy elevado un 30 y 35%, respectivamente, aunque como se deduce de la Tabla 2 el 90% de los alumnos que aprueban han participado en las nuevas metodologías. Estos resultados se han ido mejorando lentamente cada año.

Por tanto, tomando como referencia nuestra experiencia con el actual Plan 2002, esperamos que los resultados finales se vean mejorados y podamos llegar a obtener un 50% de alumnos aprobados con respecto al número de alumnos presentados.

Uno de los principales problemas con el que nos enfrentamos en la actualidad, es la motivación. En el futuro esperamos conseguir disminuir el absentismo de numerosos alumnos que no se sienten capaces de seguir la asignatura, y esto sería un primer paso para superarla

En segundo lugar, tendremos que concienciar a los estudiantes que deben participar activamente en las clases. Su trabajo en las mismas no ha de reducirse a simplemente asistir y escuchar, si no que además, realizará las lecturas y ejercicios propuestos, participará en acciones cooperativas y en exposiciones orales y por escrito y, en definitiva, tendrá responsabilidad sobre su actitud en el aprendizaje.

Será imprescindible establecer mecanismos de seguimiento y control, que consistirán principalmente en: a) Encuestas mensuales y al final del período lectivo, pasadas a alumnos y profesores para conocer el tiempo empleado en cada actividad docente programada, carga de trabajo real y seguimiento de los contenidos, b) Reuniones con docentes de otras asignaturas del mismo curso y semestre para puesta en común de resultados y problemas en el desarrollo de la experiencia.

Es obvio que los Centros y los Departamentos deben realizar un esfuerzo importante y dotarse de los medios adecuados (aulas cooperativas, laboratorios, medios audiovisuales, páginas web, guías de información, etc.) para que la calidad de la enseñanza sea adecuada y se obtengan los resultados deseados.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a la Universidad Politécnica de Madrid la financiación para el curso académico 2008-2009 de los proyectos N° IE08562589 y N° IE08562566.

REFERENCIAS

1. Real Decreto 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional.
2. J. Albéniz, R. Barajas, I. Carrillo, P. Saavedra, C. Reinoso. *III Foro Bienal de profesores de Física y de Química. Jornada sobre Aprendizaje Activo de la Física y la Química*. Proceedings, 191-197, Madrid (2007).
3. J. Albéniz, P. Saavedra, R. Barajas, I. Carrillo. *II Jornadas Internacionales U.P.M. sobre Innovación Educativa y Convergencia Europea 2008 (INECE 08)*. Libro de resúmenes, Madrid (2008).

Parte II

Metodología Educativa

EVALUACIÓN DE LAS EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN DOCENTE PARA EL DESARROLLO-EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS EN ASIGNATURAS DEL ÁREA DE QUÍMICA EN LA URJC

*Isabel Sierra Alonso, Ruth Ballesteros Gómez, Andrés Garcés Osado,
Santiago Gómez Ruiz, Isabel del Hierro Morales, Sonia Morante Zarcero,
Sanjiv Prashar, Damián Pérez Quintanilla, Alfredo Sánchez Sánchez
y Luis Fernando Sánchez-Barba Merlo*

Departamento de Química Inorgánica y Analítica, ESCET
Universidad Rey Juan Carlos, c/ Tulipán s/n, Móstoles, Madrid
isabel.sierra@urjc.es

Durante el curso académico 2008/09 se han puesto en marcha diversas experiencias piloto para la adaptación de algunas asignaturas del área de Química al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) en las titulaciones de Ingeniería en la Universidad Rey Juan Carlos (URJC). Con objeto de evaluar el grado de satisfacción de los alumnos frente a las actividades realizadas y frente al grado de consecución de determinadas competencias transversales y específicas, se han realizado distintas encuestas cuyos resultados son discutidos en el presente trabajo.

1. INTRODUCCIÓN

El concepto de evaluación ha ido variando de manera importante a lo largo del tiempo. Las primeras teorías sobre la evaluación consideraban ésta como un proceso que pretendía valorar en qué medida se había conseguido en los alumnos unos determinados objetivos de formación, lo cual tenía lugar al final de la actividad formativa. Actualmente, estas teorías han sido desplazadas por otras que consideran que la evaluación debe ser un proceso interrelacionado con la formación. Se ha pasado de un concepto de evaluación centrada en el producto a otro de evaluación centrada en la optimización del proceso de enseñanza-aprendizaje, es decir, el sistema de evaluación debe estar orientado hacia el proceso de aprendizaje del estudiante y no hacia el resultado.

En el entorno del EEES, algunos autores consideran que este enfoque constructivista de la evaluación es más adecuado para la consecución de determinadas competencias en los alumnos (1). Sin embargo, aunque hay buenas razones para que los alumnos acepten y se beneficien de la evaluación “basada en competencias” es muy posible que un gran número de ellos reaccione inicialmente de manera negativa e incluso hostil. Por este motivo, es muy importante introducir este tipo de evaluación de manera paulatina, no sobrecargando al alumno de trabajo y manteniendo una retroalimentación que mantenga el interés en los alumnos, prestando especial interés a los criterios de calificación (2).

Por otro lado, en el nuevo marco del EEES en el que nos encontramos la evaluación de la actividad docente, en la que el profesor tiene un papel determinante, debe tenerse muy en cuenta en lo referente a su efectividad docente, el programa desarrollado, la metodología empleada para el desarrollo-evaluación de las competencias, los materiales utilizados, etc. De hecho, dentro de las políticas de calidad que se están implantando en las distintas universidades, con la puesta en marcha de los nuevos Título de Grado, la evaluación de la actividad docente del profesorado está claramente contemplada. Aunque existen distintos procedimientos que pueden utilizarse en este sentido, los cuestionarios de valoración de los estudiantes que han participado en las actividades son fundamentales. Con este tipo de cuestionarios de valoración el profesor puede conocer la opinión de los alumnos tanto en lo referente a la adquisición de determinadas competencias a través de las actividades realizadas, a su actividad docente, a las actividades programadas, los medios materiales utilizados, etc. Toda esta información permitirá estimar cuáles son los aspectos donde claramente esta fallando la actividad realizada por el profesor y qué se debe mejorar para lograr una máxima efectividad en el trabajo desarrollado.

2. ANTECEDENTES

Durante el curso académico 2008/09 se han puesto en marcha en la URJC diversas experiencias piloto para la adaptación al EEES de algunas asignaturas del área de Química en las titulaciones de Ingeniería Química, Ingeniería Técnica Industrial, especialidad en Química Industrial, y Licenciatura en Ciencias Ambientales (Tabla 1).

Tabla 1. Asignaturas y titulaciones implicadas en las experiencias piloto.

| <i>Asignatura</i> | <i>Carácter*</i> | <i>Titulación/es**</i> |
|---------------------------------|------------------|------------------------|
| Fundamentos de Química | O | IQ, IQ-LADE |
| Experimentación en Química | T | IQ, IQ-LADE |
| Experimentación en Química | T | ITI |
| Química | T | CCAA |
| Química y Análisis de Alimentos | LE | IQ, IQ-LADE; ITI, CCAA |

* T: troncal, O: obligatoria, LE: libre elección

** IQ, Ingeniero Químico, IQ-LADE, Doble titulación Ingeniero Químico-Licenciado en Administración y Dirección de Empresas, ITI; Ingeniero Técnico Industrial; CCAA, Licenciado en Ciencias Ambientales

El objetivo prioritario de estas experiencias fue la puesta en práctica de diversas actividades para el desarrollo-evaluación de algunas competencias transversales y específicas en los alumnos. Entre las competencias transversales que se seleccionaron se encuentran la resolución de problemas (competencia instrumental), el trabajo en equipo (competencia interpersonal), el aprendizaje autónomo y la motivación por la calidad (ambas competencias sistémicas). Estas competencias fueron elegidas por su

especial relevancia en las titulaciones implicadas en la experiencia, lo cual se puso de manifiesto en un estudio previo que se realizó de los Libros Blancos de la ANECA para las citadas titulaciones. Por otro lado, las tres primeras competencias anteriormente mencionadas se encuentran entre las trece más valoradas en más de una veintena de instituciones analizadas por Villa y Poblete (3), ocupando las posiciones 5 (resolución de problemas), 6 (trabajo en equipo) y 7 (aprendizaje autónomo).

Una vez seleccionadas las competencias sobre las que se iba a trabajar, se realizaron con los alumnos distintas actividades basadas en el “estudios de casos”, “estudio dirigido”, “aprendizaje basado en problemas”, etc. Puesto que cada competencia tiene componentes muy distintos, los cuales requieren de actividades muy distintas para su desarrollo y evaluación, se utilizaron una amplia variedad de actividades evaluativas (Tabla 2), atendiendo a ciertos indicadores de consecución de previamente establecidos para cada competencia. Un aspecto sobre el que puso especial interés fue el que el alumno conociera, en todo momento, el sistema de evaluación que se iba a seguir y en especial:

- a) Qué competencias específicas y genéricas se iban a evaluar, así como los indicadores para la evaluación de cada una de las competencias.
- b) Cómo se van a evaluar dichas competencias, es decir, que actividades se van a realizar al inicio del proceso (evaluación inicial), a lo largo del proceso (evaluación formativa) y al final del mismo (evaluación final).
- c) Los criterios para la evaluación del aprendizaje y su ponderación en la calificación final.

Tabla 2. Actividades de evaluación utilizadas.

| |
|--|
| Pruebas objetivas (de respuesta múltiple, verdadero/falso, de completar, etc.) |
| Pruebas de respuesta corta |
| Pruebas de respuesta larga o desarrollo |
| Pruebas orales (individual, exposiciones, debates, etc) |
| Pruebas de ejecución de tareas reales |
| Informes (de casos y problemas, de proyectos, de tareas reales, etc) |
| Pruebas de autoevaluación y evaluación por compañeros |
| Técnicas de observación |
| Portafolio |

Finalmente, con objeto de evaluar el grado de satisfacción de los alumnos frente a las actividades realizadas, al grado de consecución de las competencias específicas y transversales seleccionadas, a la actividad docente del profesor, a los medios utilizados en el laboratorio/aula, etc., se pasaron a los alumnos cuestionarios de valoración cuyos resultados serán discutidos en el presente trabajo y que han servido de gran ayuda para la mejora de la eficacia de las actividades realizadas.

3. METODOLOGÍA

En las distintas asignaturas implicadas en la experiencia piloto se realizaron dos tipos de encuestas. Por un lado, se realizaron encuestas enfocadas a recoger la opinión de los alumnos sobre si las actividades realizadas les habían resultado útiles para el desarrollo de las competencias transversales seleccionadas. En las Figuras 1 y 2 se muestran, a modo de ejemplo, los cuestionarios de valoración relacionados con las competencias trabajo en equipo y motivación por la calidad, respectivamente.



Deseamos recoger su opinión sobre la consecución de la **competencia trabajo en equipo** en la asignatura Química y Análisis de los Alimentos. Para ello, debe marcar la **valoración de 1 (puntuación mínima) a 5 (puntuación máxima) para cada afirmación.**

Le rogamos que lea atentamente cada uno de los enunciados. Su colaboración es muy importante para proseguir con la mejora continua.

Le agradecemos los minutos que va a dedicar a esta encuesta. ¡GRACIAS!

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. Las actividades realizadas en la asignatura QyAA han cambiado mi forma de ver el trabajo en equipo | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Las actividades realizadas en la asignatura QyAA han contribuido a que muestre más interés por el trabajo en equipo | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Las actividades realizadas en la asignatura QyAA han contribuido a que participe de manera más activa en el trabajo en equipo | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Las actividades realizadas en QyAA han contribuido a que me interese más en las opiniones de mis compañeros en el desarrollo del trabajo en equipo | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. Las actividades realizadas en la asignatura QyAA han supuesto una carga importante de trabajo | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. Las actividades realizadas en la asignatura QyAA han contribuido a que muestre más interés por la asignatura | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. Valore la actividades realizadas: | | | | | |
| a) Estudio de casos – Al agua en los alimentos | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b) Estudio de casos – Micotoxinas en el café | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| c) Aprendizaje basado en problemas- Composición de alimentos | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| d) Phillips 66 – Seguridad alimentaria | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Comentarios y sugerencias:

Figura 1. Cuestionario de valoración sobre el desarrollo- evaluación de la competencia trabajo en equipo en los alumnos de Química y Análisis de Alimentos.

Deseamos recoger su opinión sobre la consecución de la **competencia motivación por la calidad** el laboratorio de Experimentación en Química Analítica. Para ello, debe marcar su **valoración de 1 (puntuación mínima) a 5 (puntuación máxima) para cada afirmación.**

Le rogamos que lea atentamente cada uno de los enunciados. Su colaboración es muy importante para proseguir con la mejora continua.

Le agradecemos los minutos que va a dedicar a esta encuesta. ¡GRACIAS!

| Las actividades realizadas en el laboratorio de Experimentación en Química Analítica para el desarrollo de la competencia motivación por la calidad ... | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. Han contribuido a que mi trabajo diario se realice de forma ordenada y limpia | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Han contribuido a que mi trabajo diario se realice de forma estructurada y organizada | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Han contribuido a que siga con más atención las indicaciones del profesor | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Han contribuido a una mayor comprensión y entendimiento del trabajo que estaba realizando | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. Han contribuido a que realice el trabajo de manera detallada | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. Han contribuido a que muestre más interés por el trabajo realizado | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. Han contribuido a que mis resultados concuerden con los esperados | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8. Han contribuido a que trabaje de forma segura | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9. Han contribuido a que tenga una mayor sensibilización medioambiental | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10. Han contribuido a que termine mis tareas en un tiempo adecuado | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Comentarios y sugerencias:

Figura 2. Cuestionario de valoración sobre el desarrollo- evaluación de la competencia motivación por la calidad en alumnos de Experimentación en Química.

Un segundo tipo de encuesta fue aquella en la que se recogía la opinión de los alumnos en la referente al desarrollo de determinadas competencias específicas, así como información sobre otros aspectos importantes relacionados con las características del profesorado y de las actividades realizadas, el tiempo dedicado a cada actividad y aspectos a mejorar en relación a las actividades propuestas. Así por ejemplo, en la asignatura práctica de Experimentación en Química se hicieron preguntas relacionadas con la valoración general del laboratorio en lo referente al interés de las actividades, al nivel de complejidad, horario y organización de las mismas. Por lo que se refiere al profesorado, las preguntas iban encaminadas, por

ejemplo, a conocer la opinión de los alumnos en cuanto a las explicaciones recibidas o al dominio de la actividad que presentaba el profesor.

4. RESULTADOS

Una de las competencias sobre las que se trabajó en la experiencia piloto fue el trabajo en equipo, que es una competencia genérica del grupo de las interpersonales. Un equipo se define como un grupo de personas que se comunican, con diferentes habilidades y aptitudes que trabajan de forma coordinada para conseguir los mismos objetivos. Sin embargo, realizar un trabajo en equipo de forma adecuada y obteniendo los resultados esperados es una tarea bastante compleja (3). Para desarrollar la competencia trabajo en equipo en los alumnos de Química y Análisis de Alimentos se programaron cuatro actividades distintas a lo largo del curso. En el diseño de estas actividades se prestó especial atención a una serie de factores importantes, como son el número de componentes del equipo, los objetivos propuestos, las tareas y roles a realizar por cada miembro del equipo, la programación de tiempos para realizar esas tareas, etc.

En la Figura 3 se puede observar los resultados obtenidos en los cuestionarios de valoración de los alumnos. Como se puede observar, los alumnos reconocen que las actividades realizadas les han ayudado a la consecución de esta competencia, destacando su participación más activa en el trabajo en equipo (pregunta 3), su mayor interés por las opiniones de los compañeros (pregunta 4) y su mayor interés por la asignatura (pregunta 6). Donde más disparidad de opiniones se ha encontrado es en la pregunta 5 referente a la carga de trabajo que han supuesto las actividades. Así aunque la mayoría de los alumnos puntúan esta pregunta entre 3 y 4, hay un elevado número que la han puntuado con 1 y otro número importante con la ha evaluado con un 5.

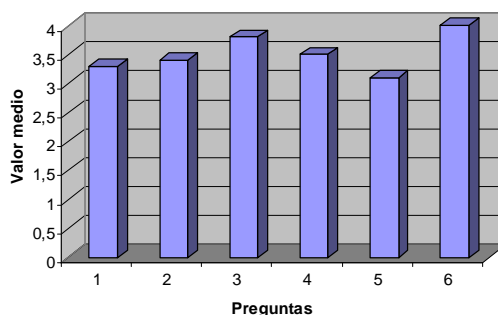


Figura 3. Resultados del cuestionario de valoración sobre la competencia trabajo en equipo en los alumnos de Química y Análisis de Alimentos.

El aprendizaje autónomo es una competencia genérica que pertenece al grupo de las competencias sistémicas. Es una competencia muy importante porque nos asegura el aprendizaje a lo largo de la vida, tan importante para desarrollar las funciones

requeridas en un profesional dentro una sociedad que avanza muy rápidamente. Es por este motivo que se está produciendo un cambio en el sistema educativo actual, promoviéndose un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en este tipo de aprendizaje. La adquisición de esta competencia requiere del uso de otras competencias instrumentales como la capacidad de análisis, la búsqueda de información, la resolución de problemas, la capacidad de tomar decisiones, etc., pero además está muy relacionada con otras competencias como la capacidad de autocritica o la capacidad de adaptarse a nuevas situaciones (3).

Para desarrollar la competencia aprendizaje autónomo se programaron dos actividades basadas en el estudio dirigido. En la Figura 4 se puede observar los resultados obtenidos en los cuestionarios de valoración de los alumnos relativos al desarrollo-evaluación de esta competencia. Como se puede observar, los alumnos han valorado positivamente las actividades realizadas para el desarrollo de esta competencia y, al igual que en la caso anterior, lo más destacable para ellos es que gracias a las actividades se han interesado más por la asignatura (pregunta 6). La pregunta con menor calificación fue la que hacía referencia a si las actividades habían fomentado en el alumno la búsqueda bibliográfica (pregunta 4), mientras que la pregunta 5, relacionada con la carga de trabajo, obtuvo una puntuación bastante alta no encontrándose gran diferencia entre los distintos alumnos en este caso.

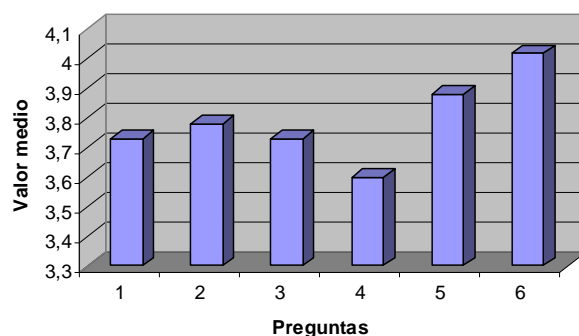


Figura 4. Resultados del cuestionario de valoración sobre la competencia aprendizaje autónomo en los alumnos de Fundamentos de Química.

La motivación por la calidad es una competencia genérica que pertenece al grupo de las sistémicas. Hoy día se presenta como una competencia muy importante, ya que la calidad es una exigencia establecida en todos los ámbitos de la vida personal, social o institucional. La motivación por la calidad incluye tanto el proceso utilizado para realizar una tarea como los resultados conseguidos. Consiste en planificar y realizar los pasos adecuados para realizar bien una tarea y obtener los resultados esperados para la misma. Es decir, consiste en realizar las tareas con eficacia y eficiencia. El desarrollo de esta competencia está directamente relacionado con la adquisición de

otras muchas como pueden ser la motivación de logro, el compromiso ético, la capacidad de organizar y planificar, la resolución de problemas, etc. (3).

En la Figura 5 se puede observar los resultados obtenidos en los cuestionarios de valoración de los alumnos sobre esta competencia. En este caso, las preguntas más valoradas por los alumnos han sido la 4, 6 y 8 relacionadas con el grado de comprensión de la actividad realizada, el interés demostrado por la actividad y la seguridad en el trabajo realizado. También merece destacar que las pregunta 5 fue la menos valorada, relacionada con si se consiguió una mayor coincidencia entre los resultados obtenidos y los esperados como consecuencia de las actividades planteadas.

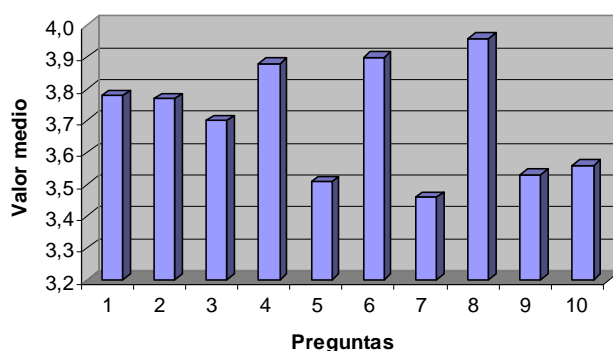
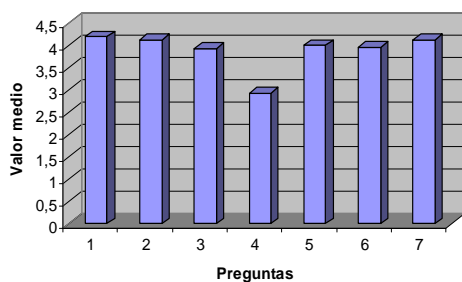
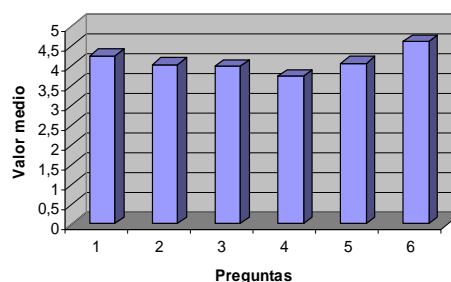


Figura 5. Resultados del cuestionario de valoración sobre la competencia motivación por la calidad en los alumnos de Experimentación en Química.



(a)



(b)

Figura 6. Resultados del cuestionario de valoración sobre (a) el laboratorio y (b) el profesorado en la asignatura de Experimentación en Química.

Como se ha indicado anteriormente, en la asignatura Experimentación en Química se pasó un segundo tipo de cuestionario con preguntas relacionadas con la valoración general del laboratorio y la valoración del profesorado que impartía la asignatura. En la Figura 6 se muestran los resultados obtenidos y, como se puede observar, lo

alumnos evaluaron muy positivamente ambos aspectos, obteniéndose valores medios de 4 para la pregunta 7 relacionada con la valoración global de la asignatura (Figura 6a) y de 4,6 para la pregunta 6 relacionada con la preparación del profesorado que impartía las prácticas (Figura 6b).

La resolución de problemas es una competencia genérica que pertenece al grupo de las competencias instrumentales. Un problema existe cuando detectamos una situación incierta en la que observamos diferencias entre la situación real y la que creemos ideal. Esta falta de información inicial es que la diferencia la capacidad de resolver problemas de otras competencias. Para resolver el problema primero hay que identificarlo como tal y después recurrir a conocimientos anteriores y de campos diferentes. La resolución de problemas va a depender de los conocimientos que posean los estudiantes, de su lógica y de su capacidad de generalización y de decisión para establecer el camino a seguir. Además, como en muchas ocasiones la resolución de un problema se realiza en grupo, también se potencia otra competencia importante como es la de trabajo en equipo (3).

En la asignatura Química impartida en primer curso de la Licenciatura en Ciencias Ambientales se llevaron a cabo con los alumnos tres actividades distintas encaminadas al desarrollo de la competencia resolución de problemas. Al igual que en los casos anteriores, los alumnos consideraron estas actividades muy positivas para el desarrollo de la citada competencia y, a raíz de las actividades planteadas, su interés por la asignatura aumentó considerablemente. En la Figura 7 se muestran los resultados obtenidos en relación a tres preguntas del cuestionario de valoración que se pasó a estos alumnos. Como se puede observar los alumnos, en general, piensan que con la metodología utilizada han aprendido más (pregunta 1) y volverían a repetir la experiencia de nuevo (pregunta 3), aunque piensan que el esfuerzo realizado fue bastante para el resultado alcanzado (pregunta 2).

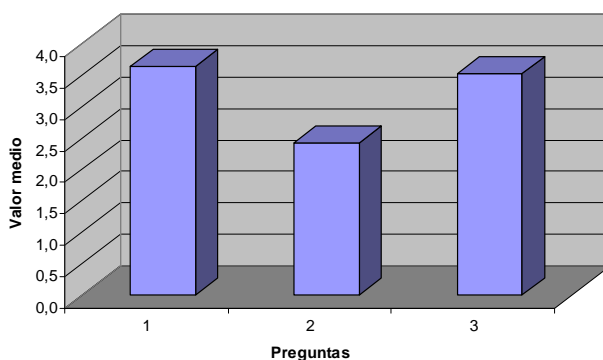


Figura 7. Resultados del cuestionario de valoración en la asignatura de Química.

5. CONCLUSIONES

Con la adaptación de las titulaciones al EEES, se propugna un modelo de docencia basado en el aprendizaje autónomo del estudiante y en la gestión de su aprendizaje. En este modelo, la implicación del profesorado en el proceso es mucho mayor por lo que es necesario un adecuado reconocimiento de las nuevas tareas académicas a realizar, en especial en lo que se refiere a las actividades de desarrollo-evaluación de competencias que se deben poner en marcha. Puesto que la actividad del profesorado va a incidir directamente en la calidad del resultado obtenido, para que la adaptación al EEES tenga éxito es especialmente importante la formación del profesorado así como la puesta en marcha de un sistema de retroalimentación a través de cuestionarios de opinión de los alumnos que permita mejorar la eficacia de las actividades realizadas. A raíz de los resultados obtenidos en el presente trabajo, se ha puesto de manifiesto que la evaluación “basada en competencias” ayuda a los alumnos a mantener la motivación, a que se interesen por la asignatura, a que trabajen más y a que se impliquen en conseguir un aprendizaje de calidad. Además, los alumnos valoran de manera muy positiva los nuevos sistemas de evaluación que les ayudan no solo a adquirir conocimientos, sino también a desarrollar capacidades y habilidades que luego utilizarán en su vida profesional fuera del contexto puramente académico.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer al Ministerio de Ciencia e Innovación la financiación de este trabajo, a través del proyecto titulado: *Herramientas para la evaluación de competencias en los estudiantes universitarios y recursos para el análisis de su calidad en el marco del EEES*.

REFERENCIAS

1. J. Biggs, *Calidad del aprendizaje universitario*, Editorial Narcea, Madrid, 2006.
2. S. Brown y A. Glasner, ed. *Evaluar en la Universidad, problemas y nuevos enfoques*, Editorial Narcea, Madrid, 2007.
3. A. Villa y M. Poblete, *Aprendizaje basado en competencias, una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas*, Ediciones Mensajero, Bilbao, 2007.

ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA DE QUÍMICA DE LA ETSI AERONÁUTICOS DENTRO DEL EEES

M. González Prolongo, C. Arribas Arribas, J. Aguado Alonso y C. Salom Coll

Departamento de Materiales y Producción Aeroespacial
E.T.S. de Ingenieros Aeronáuticos, Universidad Politécnica de Madrid
mg.prolongo@upm.es

Con el objetivo de adaptar progresivamente la metodología de la enseñanza de la asignatura de Química de primer curso de la E.T.S.I. Aeronáuticos de la Universidad Politécnica de Madrid al marco del EEES, desde el curso 2004-05 se han venido implantando diversas acciones de innovación educativa: curso cero de Fundamentos de Química, implantación de un proceso de evaluación frecuente en la asignatura de Química, incorporación de las TIC al proceso de enseñanza-aprendizaje utilizando el espacio virtual B-Learning de la UPM, principalmente en tareas complementarias de evaluación y utilización de otros recursos educativos.

1. INTRODUCCIÓN

La Química es una materia básica en muchas ramas de la Ingeniería, especialmente en aquellas relacionadas con el desarrollo de nuevos materiales, la producción y procesado de productos acabados, el medio ambiente, la energía, y el desarrollo sostenible.

En la Ingeniería Aeronáutica, la Química es una materia que debe proporcionar unas bases sólidas que permitan el estudio de otras disciplinas como la Ciencia de los Materiales, Metalotecnia y Materiales Compuestos, estando además relacionada con otras materias como Física, Termodinámica, Propulsión y Combustión e Instalaciones Aeroportuarias. La asignatura de Química en el Plan de Estudios de Ingeniero Aeronáutico vigente (Plan 2000) es troncal de 6 créditos. En la E.T.S.I. Aeronáuticos de la Universidad Politécnica de Madrid se imparte en el segundo semestre del primer curso. La asignatura de Química pone especial énfasis en los aspectos aplicados, por ello de los 6 créditos totales 3 son prácticos: prácticas en el laboratorio de Química y de resolución de problemas en el aula y 3 corresponden a exposición y explicación de conceptos. El programa de Química supone una profundización en algunos temas iniciados en el bachillerato y la inclusión de nuevos temas sobre disoluciones y diagramas de fase, corrosión, funciones orgánicas y combustibles. Persigue dotar al alumno de capacidad para correlacionar el comportamiento de la materia con la estructura interna atómico-molecular y despertar en el alumno un espíritu crítico que le permita dar los primeros pasos a la hora de discernir y seleccionar materiales. En la Guía Docente (1) de la asignatura se detalla el Programa, la metodología docente y la programación de actividades.

De acuerdo a la estructuración de las enseñanzas universitarias (Reales Decretos de Grado y Postgrado) para la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior, se están elaborando los nuevos planes de estudio en la UPM. En concreto, en Ingeniería Aeronáutica, la Química se incluye como materia básica en el primer curso con 6 créditos ECTS y contenidos similares a los actuales, siendo la metodología docente el aspecto diferenciador.

La nueva definición de la educación superior gira en torno al aprendizaje del estudiante que es el centro del proceso de enseñanza, así, los nuevos títulos deben especificar claramente no sólo los conocimientos sino las aptitudes y destrezas que configuran los objetivos formativos del plan de estudios

Uno de los objetivos principales del Proceso de Convergencia Europea es estimular el proceso dual de adquisición/relación de conocimientos y su aplicación a casos reales. Para lograr este objetivo se buscan métodos de enseñanza que favorezcan el trabajo del alumno en problemas con estrecha relación entre la teoría y su aplicación en diferentes situaciones (2). El aprendizaje es posible si se adquiere una sólida formación de base que capacite para asimilar adecuadamente la nueva información que se vaya incorporando y resolver los nuevos problemas.

Hay materias, como la Química, que por su naturaleza siempre se han basado en este tipo de aprendizaje, siendo la enseñanza práctica primordial. Los estudiantes de Química deben adquirir la capacidad de solucionar problemas nuevos basándose en otros conocidos (aprendizaje por imitación). Por otro lado, en los estudios de Química siempre se ha contado con metodologías dirigidas a este propósito: clases prácticas de problemas en las que se aplican los conceptos y se aprenden estrategias de resolución, y sesiones experimentales de laboratorio en las que grupos reducidos de estudiantes trabajan de forma autónoma (aunque tutelada).

Los profesores responsables de la docencia de la asignatura de Química en la E.T.S.I. Aeronáuticos venimos trabajando en equipo desde hace más de quince años. En el curso 2003-04 decidimos iniciar un proceso de innovación educativa para la actualización de la enseñanza de la Química y su adecuación al proyecto de construcción del E.E.E.S., que se ha continuado desde entonces. Este proceso se ha llevado a cabo contando con ayudas para Proyectos de Innovación Educativa concedidas por la UPM y en colaboración con otros profesores de primer ciclo de la titulación de Ingeniero Aeronáutico (Proyecto Mentor Aeronáuticos).

Una de las características más significativas de este proceso ha sido la implantación en todos los grupos en que se imparte la docencia, no restringiéndose a un grupo piloto, y el seguimiento continuo del aprendizaje del alumno mediante la implantación de la evaluación frecuente. Además cabe resaltar la preparación de material de estudio a disposición de los estudiantes (selección de problemas resueltos, tests de autoevaluación y guía visual de laboratorio), la evaluación mediante ejercicios realizados en la plataforma B-Learning UPM, atención a los estudiantes en tutorías individualizadas y en pequeños grupos, y la implantación del curso cero de Fundamentos de Química.

2. ANTECEDENTES

El número de alumnos matriculados cada curso en la E.T.S.I Aeronáuticos de Madrid en esta asignatura es de 340-380, de los cuales alrededor de 320 son de nuevo ingreso. Los alumnos de nuevo ingreso acceden tras haber superado la PAU con una nota de corte alta ($>7,5$), y una pequeña proporción proviene de otras ingenierías (menos de un 2%). Son por lo tanto buenos estudiantes, con una buena base en todas las asignaturas que han cursado en bachillerato y con hábitos y disciplina para el estudio. En los últimos años hemos detectado que el número de alumnos que ingresan sin haber cursado la asignatura de Química en Bachillerato ha aumentado de forma considerable: de aproximadamente 10% en 2002 hasta más del 35% en la actualidad. Esto supone una dificultad para estos alumnos a la hora de aprobar esta asignatura, que en muchos casos ha sido determinante para que el alumno abandone su estudio al inicio de la misma, al estar imposibilitado para comprender los problemas químicos por no haber adquirido la formación básica imprescindible.

Por otro lado los alumnos que han recibido una buena formación en Química en bachillerato siguen la asignatura de Química mostrando inicialmente una adecuada comprensión de la materia. A pesar de ello, muchos de ellos, confiados en su bagaje no realizan un trabajo continuado, dejando su estudio “por fácil” relegado a los últimos días previos al examen. Por ello, los resultados obtenidos por estos alumnos no son satisfactorios, pues dada su formación previa y su capacidad bastaría una mayor dedicación para obtener calificaciones más elevadas, es decir superiores al aprobado.

Como consecuencia de esta situación, el proyecto de innovación de la enseñanza de la Química en la E.T.S.I. Aeronáuticos se planteó con dos objetivos concretos:

1. Solventar en lo posible la deficiencia de los alumnos de nuevo ingreso que no habían cursado Química en el bachillerato, dotándoles de la formación básica necesaria para la comprensión de la asignatura
2. Impulsar el estudio continuado de la asignatura de Química y, como consecuencia, que los alumnos obtuvieran mejores calificaciones, acordes con sus capacidades

3. ACCIONES DE INNOVACIÓN EDUCATIVA

3.1 Adquisición de la formación básica necesaria: curso cero de Química

La primera acción de innovación educativa, en relación con el primer objetivo, se inició en el curso 2004-05, y consistió en impartir un curso cero de Química para aquellos alumnos que no habían cursado Química en el bachillerato. Para ello se ofertó una nueva asignatura de libre elección denominada “Fundamentos de Química” de 4 créditos. Esta acción se ha continuado de forma ininterrumpida desde entonces.

Puesto que la asignatura de Química en el Plan de Estudios de la E.T.S.I. Aeronáuticos se imparte en el segundo semestre del primer curso, se decidió realizar

el curso cero de Química en el primer semestre; en concreto el periodo elegido es Noviembre - Diciembre, buscando la proximidad con el inicio de la asignatura de Química, que comienza a mediados de Febrero. Además este periodo evita interferencias con el comienzo del curso, con los cursos cero de las asignaturas del primer semestre que se desarrollan durante el mes de Septiembre y con los exámenes del primer semestre que se inician a finales de Enero.

Los alumnos de nuevo ingreso conocen la existencia de esta asignatura de Fundamentos de Química por distintas vías: información general sobre asignaturas de libre elección al realizar la matrícula, en el acto de acogida a alumnos de nuevo ingreso y mediante la acción de los alumnos mentores. El primer contacto que tiene el alumno de nuevo ingreso con la E.T.S.I. Aeronáuticos es el acto de acogida, en el que se les informa de los recursos que ofrece la UPM y la E.T.S.I.A. tales como cuenta de correo electrónico, biblioteca, informática, plataforma B-learning... así como de la posibilidad de realizar cursos cero. Además una vez iniciado el curso los alumnos que se adhieren al plan Mentor Aeronáuticos cuentan con la asesoría de un alumno veterano para facilitar el inicio de su vida académica, el cual les informa sobre la utilidad de seguir la asignatura de Fundamentos de Química.

Cuando el alumno decide cursar Fundamentos de Química lo hace concienciado de su insuficiente preparación para afrontar el estudio de la asignatura de Química de primer curso, y adquiere la responsabilidad de estudiar aquello que no eligió en el bachillerato bien por gustos personales o pensando en realizar una selectividad más exitosa. Los conceptos básicos que se tratan en esta asignatura de libre elección son: Formulación Química, Estequiometría, Ácidos, Bases, pH y Neutralización, Oxidación-Reducción, Termoquímica y Estructura Atómica. El alumno que escoge esta asignatura es consciente de que sus compañeros, que cursaron Química en bachillerato, han logrado un nivel adecuado de conocimientos previos en estos temas mientras que en su caso no es así y el curso de Fundamentos de Química le puede evitar tener que apuntarse a academias.

La metodología seguida en esta asignatura es similar a la empleada en el bachillerato, con alta interacción profesor-alumno y la realización continuada de trabajos tutorizados. El esquema de trabajo es el siguiente: por una parte se inicia el aprendizaje en aula con profesor, durante estas clases el profesor expone los conceptos fundamentales y se explican problemas tipo con los que el alumno aprende a resolver problemas similares, que realiza en parejas tutorizado por el profesor. Por otra parte es imprescindible el trabajo individual del alumno en casa, que consiste en la resolución de una serie de problemas (1 ó 2 problemas/día) que entrega al profesor que los devuelve corregidos y comenta las incidencias al grupo en conjunto.

Al finalizar el curso cero se realiza un test de evaluación de conocimientos adquiridos consistente en 30 preguntas que incluyen cuestiones y problemas, junto con un cuestionario de opinión sobre el desarrollo de la asignatura. La calificación que se da al alumno se basa principalmente en el trabajo en el aula: asistencia y realización de problemas (50%), entrega de problemas propuestos (20%) y test de evaluación (30%).

El primer curso (2004-05) se impartió la asignatura Fundamentos de Química a un grupo de 45 alumnos, el segundo (2005-06) se inscribieron 80 alumnos, en los cursos sucesivos el número de alumnos ha aumentado, estabilizándose en 120 alumnos/curso. Debido a que este número de alumnos es elevado, desde el segundo año se dividieron los alumnos en dos grupos, pues para hacer efectiva esta enseñanza de corta duración es necesario trabajar con grupos pequeños, idealmente menos de 40 alumnos. Finalmente queremos hacer notar que la metodología utilizada viene obligada por el número de alumnos y el corto periodo de tiempo disponible, siendo como se deduce de lo anteriormente expuesto de tipo conductista en primera fase para la adquisición rápida de conocimientos y constructivista en la segunda fase de afianzamiento de conceptos y aplicación de los mismos a casos prácticos.

3.2 Estudio continuado de Química: uso de la Plataforma B-learning UPM

La utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza constituye una herramienta con grandes posibilidades en el proceso enseñanza-aprendizaje: acceso a materiales didácticos de texto o ilustrados con fotografías o videos, actividades grupales on-line para distintos colectivos, video-conferencias, fuente de datos... Si bien el espectro de uso de las TIC es muy amplio, en el caso de la asignatura de Química nos hemos centrado en el uso de la plataforma B-learning de la UPM. Con el objetivo de lograr un estudio continuado se ha potenciado la utilización de la citada plataforma con diferentes actuaciones que se describen a continuación.

Ya que el estudio y comprensión de las leyes que rigen el comportamiento químico se basa en el estudio de casos modelo y en la capacidad de aplicarlos para resolver nuevos problemas, como primera actuación se elaboró un conjunto de problemas tipo resueltos que se incluyeron en la plataforma B-learning de la asignatura. En las clases presenciales se incentiva a los alumnos a consultar estos problemas que les ayudan a entender los fundamentos químicos y que les permiten adquirir las habilidades y técnicas asociadas a la resolución de los mismos.

La segunda acción consiste en que el alumno compruebe que ha adquirido las habilidades mencionadas, para ello se proponen varias tareas a realizar durante el curso, consistentes en varios problemas correspondientes a los siete capítulos de la asignatura: enlace químico, estados de agregación y cambios de estado, disoluciones, la reacción química: equilibrio, equilibrios iónicos, electroquímica, química orgánica. Estas tareas las realiza en la plataforma B-learning, estando activas un tiempo determinado en función del desarrollo del temario en las clases presenciales. Una vez superado el tiempo asignado para su resolución, el alumno recibe la calificación obtenida, así como la resolución correcta de la tarea. Somos conscientes de que es necesaria una motivación extra para que el alumno realice estas tareas, por lo que se las considera parte de la evaluación global de la asignatura, asignándoles una ponderación del 5%. Esta asignación puede parecer escasa pero ha sido suficiente para que prácticamente la totalidad de los alumnos realicen dichas tareas. En la mayoría de

los casos hemos podido comprobar a través de las tutorías que las han resuelto ellos mismos individualmente o en grupos reducidos, por lo que concluimos que el número de estudiantes que se han limitado a copiar los resultados de sus compañeros debe ser pequeño.

La acción más novedosa ha sido la elaboración de una Guía Visual de Prácticas de Laboratorio, que consiste en incluir en la plataforma B-learning un recurso asociado a cada práctica, que incluye la clásica descripción de los experimentos a realizar, junto con una explicación detallada del procedimiento experimental ilustrado con numerosas fotografías. Estas fotografías han sido tomadas en nuestro laboratorio y muestran el desarrollo paso a paso de las experiencias que los alumnos van a realizar posteriormente en el laboratorio. Esta acción se ha puesto en marcha el curso 2008-09; como resultado hemos podido comprobar que los alumnos entran en el laboratorio con más confianza y cometen menos errores que en años anteriores en que no disponían de este recurso.

3.3 Estudio continuado de Química: evaluación frecuente

En relación con el segundo objetivo (Impulsar el estudio continuado de la asignatura) en el curso 2005-06 se inició otra acción de innovación educativa estableciendo un proceso de evaluación frecuente (3). Este proceso de evaluación frecuente se ha llevado a cabo con distintas mejoras desde su implantación, y ha involucrado, desde su inicio, como el resto de las acciones, a los cinco grupos de primero, es decir, a más de trescientos cincuenta estudiantes por curso. Para ello se han programado pruebas frecuentes de evaluación. Se realiza una prueba cada 3-4 semanas, en total cinco pruebas en el semestre: dos de tipo test y dos de desarrollo escrito, y el test correspondiente al trabajo de laboratorio. Además en el curso 2007-08 se incluyó la posibilidad de aprobar la asignatura por curso, sin necesidad de realizar el examen final. El alumno que consigue una media de aprobado en estas pruebas, siempre que en ninguna de ellas haya obtenido nota inferior a 4, supera la asignatura por curso (principios de Junio), y evita realizar el examen final, lo que obviamente resulta muy atractivo a los estudiantes.

4. RESULTADOS

El curso cero de Fundamentos de Química ha resultado popular entre los alumnos como muestra no sólo el número creciente de alumnos que la eligen (45 en 2004-05, 80 en 2005-06, 100 en 2006-07, 130 en 2007-08, 120 en 2008-09) sino también por la favorable valoración que dan los alumnos a través de la encuesta realizada a final de curso. La puntuación, en una escala de 0 a 10, es 7,5 en el grado de satisfacción por haber cursado la asignatura y 8,5 en la recomendación de cursar la asignatura a alumnos de nuevo ingreso que no hayan cursado Química en 2º de bachillerato.

Además ha resultado muy satisfactoria desde el punto de vista de los profesores, ya que se inicia el curso de Química con un grupo de alumnos con conocimientos más

homogéneos, lo cual redundará no sólo en beneficio de los alumnos que han cursado Fundamentos de Química sino de todos los alumnos de la asignatura Química.

Por último en la Tabla 1a se recoge el Porcentaje de alumnos que habiendo superado la asignatura de Fundamentos de Química aprueban, suspenden o no se presentan a la primera convocatoria de Química, apreciándose que más de la mitad de los alumnos que superaron Fundamentos de Química aprueban Química en la primera convocatoria.

Tabla 1 Porcentaje de alumnos que habiendo superado la asignatura de Fundamentos de Química aprueban, suspenden o no se presentan en la primera convocatoria de Química.

| <i>Química: 1ª Convocatoria (Junio)</i> | <i>Curso 2004-05</i> | <i>Curso 2005-06</i> | <i>Curso 2006-07</i> | <i>Curso 2007-08</i> |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <i>Aprueban (%)</i> | 57 | 42 | 55 | 68 |
| <i>Suspenden (%)</i> | 21 | 39 | 16 | 9 |
| <i>No presentados (%)</i> | 22 | 19 | 29 | 23 |

La introducción de la evaluación frecuente en la asignatura de Química ha sido la acción determinante para mejorar los resultados académicos, pues estimula a los alumnos a estudiar regularmente obteniendo mejores calificaciones. La posibilidad de aprobar la asignatura en Junio, sin necesidad de acudir al examen final ha resultado asimismo muy bien acogida, y una elevada proporción de alumnos matriculados en la asignatura de Química la supera de esta forma. Además la inclusión de la evaluación de las tareas como parte de la calificación global de la asignatura (5%) que se ha iniciado en el presente curso, está mostrando que prácticamente la totalidad de los alumnos las realizan, siendo un indicador del estudio continuado de la asignatura, que esperamos repercuta en el aumento de porcentaje de alumnos aprobados por curso.

Los resultados comparativos para los cursos 2004-05, 2005-06, 2006-07 y 2007-08 en la asignatura de Química se ilustran en la Figura 1, en la que se representa el porcentaje de alumnos que han obtenido calificación de sobresaliente, de sobresaliente y notable, de los alumnos que han superado la asignatura y de los no presentados y suspensos en los distintos cursos en los que se ha realizado la innovación educativa. Como se puede apreciar el porcentaje de alumnos aprobados por curso es muy significativo; el aumento en el último curso puede atribuirse a la buena acogida del método implantado, que provoca que los alumnos intenten superar la asignatura sin tener que recurrir al examen final.

La tendencia es clara, tanto el porcentaje de sobresalientes, como el de alumnos con calificación igual o superior a notable y el total de alumnos aprobados muestran una tendencia ascendente, mientras que el porcentaje de suspensos y no presentados desciende en los cursos 2006-07 y 2007-08, en los que se introdujo la posibilidad de aprobar por curso. En los dos últimos cursos aproximadamente el 40% de los alumnos

presentados en Junio obtuvieron calificación igual o superior a notable, lo que muestra que se ha conseguido el objetivo de mejorar las calificaciones.

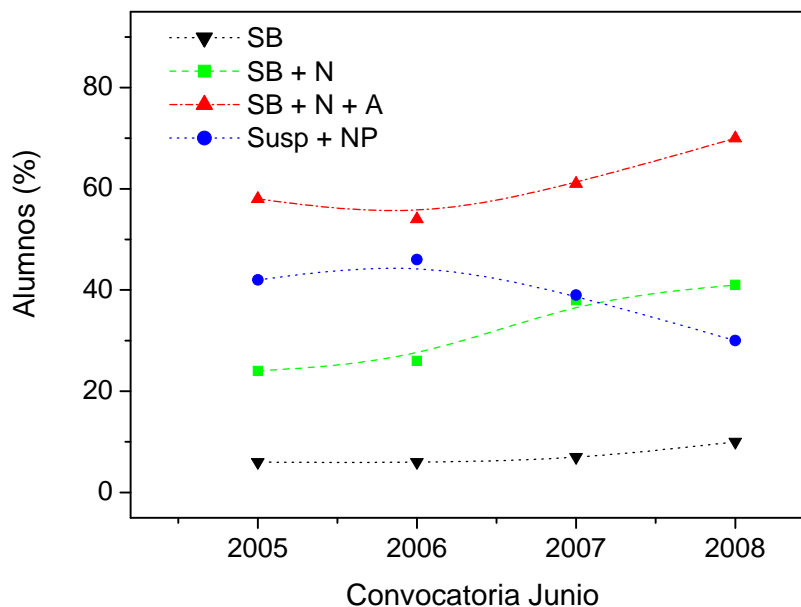


Figura 1. Resultados de la evaluación frecuente en los cuatro últimos cursos: % Sobresalientes (▼), % Sobresalientes y Notables (■), % sobresalientes, notables y aprobados (▲) y % de suspensos y no presentados (●)

En la Tabla 2 se recogen los resultados de la evaluación de Septiembre en los cuatro cursos académicos mencionados. Queda patente que los resultados son similares, lo que confirma que la evaluación continua no tiene ningún efecto sobre los resultados de la convocatoria de Septiembre, como era de esperar, dando validez a los resultados anteriores.

Por último, cabe mencionar que consultados los alumnos muestran su opinión favorable a las acciones educativas realizadas, en especial a la evaluación frecuente y en concreto, a la posibilidad de aprobar por curso evitando el examen final de Junio, con la ventaja añadida de que les permite, durante este mes dedicar más tiempo al estudio de otras asignaturas. La experiencia de la evaluación continua se realiza también en otras asignaturas de primer curso, como Matemáticas Generales, Cálculo Infinitesimal y Álgebra, con las que estamos coordinados a través del Proyecto de innovación educativa Mentor Aeronáuticos y en ellas la experiencia también ha sido satisfactoria. Debemos resaltar que en un principio se temía que la abundancia de pruebas pudiese saturar al alumno y fuese contraproducente fomentando el abandono,

pero este no ha sido el caso, los alumnos optan por la evaluación continua y entienden que es el método más eficaz para lograr el aprendizaje.

Tabla 2. Resultados académicos obtenidos en la convocatoria de Septiembre de Química desde que se iniciaron las acciones de innovación educativa: NP: no presentado, Sus: suspenso, A: Aprobado, N: Notable.

| <i>Curso</i> | <i>%NP</i> | <i>%A</i> | <i>%N</i> | <i>%Sus</i> |
|----------------|------------|-----------|-----------|-------------|
| <i>2004-05</i> | 59 | 15 | 3 | 23 |
| <i>2005-06</i> | 50 | 19 | 3 | 29 |
| <i>2006-07</i> | 56 | 12 | 3 | 28 |
| <i>2007-08</i> | 59 | 18 | 0 | 23 |

5. CONCLUSIONES

Mediante la asignatura de libre elección Fundamentos de Química dirigida a los alumnos que no han cursado Química en 2º de Bachillerato se logra que estos alumnos adquieran los conocimientos básicos necesarios para iniciar el estudio de la asignatura de Química. Como resultado el 50% de los alumnos que la han cursado (primer semestre) consigue aprobar la asignatura de Química (segundo semestre) en primera convocatoria (Junio).

La preparación de recursos disponibles en la plataforma de B-learning de la UPM ha contribuido notablemente a favorecer el estudio continuado de la asignatura, destacando los problemas tipo resueltos y las tareas a realizar por el alumno durante el curso con un peso en la calificación global del 5%. La preparación de la Guía Visual de Laboratorio está siendo una herramienta de gran utilidad para afianzar y dar seguridad a los alumnos en la realización del trabajo en el laboratorio.

La introducción de la evaluación frecuente en la asignatura de Química ha sido la acción determinante para mejorar los resultados académicos. Se ha conseguido fomentar el estudio continuado del alumno mediante la realización de pruebas durante el semestre: dos tipo test, dos de desarrollo escrito y el test correspondiente al trabajo de laboratorio.

El trabajo continuado del alumno se refleja en un mayor porcentaje de alumnos que superan la asignatura en primera convocatoria y mejora significativa en las calificaciones obtenidas (notas superiores a aprobado) en primera convocatoria. Como patrón de contraste los resultados en la convocatoria de Septiembre son independientes de las acciones de innovación educativa realizadas.

Una alta proporción de los alumnos matriculados consigue aprobar por curso, sin necesidad de presentarse al examen final de Junio, lo que resulta muy bien valorado por los alumnos por dejarles tiempo libre para el estudio de otras asignaturas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad Politécnica de Madrid y a la Comunidad de Madrid las ayudas a la Innovación Educativa en el Marco de Implantación del Espacio Europeo de Educación Superior y la mejora de la calidad de la enseñanza, concedidas en los cursos: 2006-07, 2007-08 y 2008-09, que han facilitado la realización del proyecto, y a todos nuestros compañeros del Proyecto Mentor Aeronáuticos.

REFERENCIAS

1. M.G. Prolongo, C. Salom, C. Arribas, J. Aguado. “Guía Docente: Química E.T.S.I. Aeronáuticos” en Aula de Química: Espacio Virtual de la Plataforma Institucional de Enseñanza de la UPM 2006-2009.
2. *Aprendizaje activo de la Física y la Química*. Ed. G. Pinto Cañón. Madrid, 2007.
3. J. Lovatt, O.E. Finlayson, P. James. *Chemistry Education Research and Practice*, **2007**, Vol. 8 (4), 390-404.

CORRELACIÓN ENTRE LA EVALUACIÓN CONTINUA Y EL RENDIMIENTO ACADÉMICO

María Martínez Martínez^a y Ana Cadenato Matía^b

^a Departamento de Ingeniería Química, ^b Departamento de Máquinas y Motores
Térmicos, Escuela Técnica Superior Ingeniería Industrial, UPC, 08028 Barcelona
rosario.martinez@upc.edu

En la presente comunicación se describe cómo la introducción de una mejora continuada en el sistema de evaluación, lleva implícito un cambio profundo en la metodología docente y se pone de manifiesto que la calidad del aprendizaje no depende de factores tales como el porcentaje de evaluación continua, el tamaño del grupo, el curso en el que se imparte, la franja horaria o el tipo de alumnado, sino del sistema de evaluación empleado. La experiencia se ha llevado a cabo durante los cursos 2007-08 y 2008-09 en dos asignaturas troncales (Química I y Termodinámica) de la titulación de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica de Cataluña.

1. INTRODUCCIÓN

Para lograr un aprendizaje en profundidad es necesario que la planificación docente, la programación de actividades, la integración de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) y la selección de contenidos estén acompañadas de sistemas de evaluación que fomenten el aprendizaje fructífero a largo plazo y equipos docentes desarrollando tales tareas (1).

En esta comunicación se explica cómo se ha llegado a obtener unos mejores resultados académicos del alumnado tras implementar un sistema de evaluación de calidad. Los ingredientes de calidad incorporados al proceso de evaluación (2) han sido básicamente:

(a) Programación de actividades de evaluación frecuentes, tanto dentro del aula como fuera, que permitan distribuir el esfuerzo del alumnado a lo largo de la asignatura de forma sostenida evitando puntas de trabajo en la asignatura.

(b) Análisis posterior de los rendimientos académicos obtenidos en cada actividad de evaluación, para comprobar si es necesario diseñar nuevas actividades. Retroalimentación individualizada a tiempo, por parte del profesorado de las diferentes actividades.

(c) Recogida de datos sobre el tiempo de dedicación semanal del alumnado y de la percepción que tienen los alumnos/as sobre las actividades del curso. Estos han consistido en cuestionarios de incidencias críticas (CuIC) durante el curso, con el fin de introducir mejoras y una encuesta de satisfacción al final del curso para detectar posibles puntos débiles de cara a introducir mejoras en cursos futuros.

Adicionalmente se pone de manifiesto que los rendimientos académicos son independientes del número de alumnos en el grupo, del curso y de la franja horaria, en

el que se imparte la asignatura, del tipo de alumnado -de primera matrícula o no- y del peso de la evaluación continua en la nota final de la asignatura.

Es aceptado que uno de los factores más importante a tener en cuenta para conseguir un proceso de aprendizaje-enseñanza de calidad, es la evaluación del alumnado ya que permite recoger las evidencias de los logros alcanzados y comprobar si las competencias pretendidas en dicha asignatura son adquiridas por la mayoría del alumnado.

Para poder realizar de forma adecuada la evaluación será necesario dar un nuevo enfoque a dicho proceso y esto implica un cambio profundo metodológico con participación activa y colaborativa del alumnado, mediante planificación de actividades tanto en grupo como individuales. Uno de los grandes retos del proceso, es conseguir que éste sea continuo, para lo cual es necesario un sistema de aprendizaje que combine actividades formativas y sumativas, tanto en el aula como fuera de ella, además de evaluar tanto el proceso como el resultado final del aprendizaje. Para ello se deberá disponer de diversas herramientas que permitan y faciliten tanto llevar a cabo las actividades como hacer el seguimiento de la evaluación, tanto dentro como fuera del aula (3), además de involucrar al propio alumnado en dicho proceso. Estas actividades han de permitir evaluar conocimientos, habilidades y actitudes, posibilitando conocer el grado de adquisición del aprendizaje a tiempo, para dar así la oportunidad a intervenir, si es necesario.

La Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) dispone de un entorno virtual basado en Moodle (ATENEA), que permite al profesorado organizar diversas actividades y recursos orientados al aprendizaje del alumnado. El conjunto de ambos constituye el plan docente de la asignatura, donde se enumeran y detallan los objetivos de aprendizaje generales y específicos por actividades y la programación de todas las actividades del curso.

En esta comunicación se explicará como se ha implementado la evaluación continuada en dos asignaturas troncales de la titulación de Ingeniería Industrial (Química I y Termodinámica) que se imparten en la UPC, asimismo se analizarán los resultados obtenidos en cuanto a rendimiento y participación así como la opinión recogida por parte del alumnado participante.

2. OBJETIVO

El objetivo común que se ha perseguido en ambas asignaturas ha sido el promover un aprendizaje en profundidad a través de la implementación de una evaluación continua de calidad a lo largo del curso. Para alcanzarlo se ha tenido que:

- Diseñar y editar un plan docente de la asignatura, disponible en entorno Moodle. En ella se han detallado tanto los objetivos de aprendizaje asociados, la metodología empleada, el calendario semanal de todas las actividades y evaluaciones.
- Programar actividades tanto de evaluación formativa como sumativa, con el objetivo de promover el trabajo cooperativo y la participación activa en el aula, así como el aprendizaje autónomo fuera del aula.

- Ofrecer el *feedback* a tiempo durante el curso, para que el alumnado reflexione sobre su propio trabajo y pueda reorientar su trabajo en el caso de no haber alcanzado los objetivos formativos previstos, aprendiendo de sus errores.
- Incrementar la utilización de las metodologías TIC, para facilitar la comunicación profesorado-alumnado, a la vez que para proporcionar al profesorado herramientas de evaluación y seguimiento del proceso educativo, particularmente útiles en el caso de grupos numerosos.

3. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1. Contexto de las asignaturas

Las dos asignaturas implicadas en este estudio son troncales dentro de la titulación de Ingeniería Industrial de la UPC, su duración es cuatrimestral y cada una de ellas tiene 6 créditos y le corresponden 4 horas de clase semanales repartidas entre dos sesiones.

Química I: asignatura del primer cuatrimestre incluida en la fase selectiva (dos primeros cuatrimestres de la titulación en que el alumnado ha de aprobar todo el primer curso en dos años para poder continuar los estudios). La experiencia de esta comunicación se centra en un grupo de alumnado de los cuatro grupos que han vuelto a cursar la asignatura en el segundo cuatrimestre. El grupo estaba formado por aproximadamente 50 alumnos/as que asistían en horario de tarde. El contenido de la asignatura trata sobre sistemas acuosos en equilibrio químico, a un nivel muy básico.

Termodinámica: asignatura de quinto cuatrimestre dentro del tercer año de la titulación. La experiencia que se detalla en este estudio ha sido con un grupo de 80 estudiantes/as en horario de mañana de los tres que cursan la asignatura por primera vez. El contenido de la asignatura (ver Fig. 1) es una introducción a la Termodinámica Técnica. Los alumnos/as parten de unos conocimientos previos ya que han cursado Termodinámica Fundamental en primer curso.

3.2. Proceso de evaluación continua

La implementación en estas dos asignaturas de esta metodología es el resultado de una serie de mejoras y adaptaciones desde el curso 2005-2006 (4).

Las actividades de evaluación continua en el aula consistieron en sesiones tipo “puzzle” (5) realizadas por grupos de tres o cuatro miembros, formados al inicio del curso. Se utilizó esta técnica de aprendizaje cooperativo para potenciar el trabajo en equipo. Dichas pruebas en el aula consistieron en la resolución de problemas complejos, del tipo de comprensión y/o aplicación dentro de la taxonomía de Bloom, (6) en concordancia con los objetivos de aprendizaje de los contenidos impartidos hasta ese momento. Al final de la actividad el grupo debía entregar un informe donde quedase reflejado que cada uno de sus miembros había alcanzado cada uno de los objetivos formativos asociados a la actividad, siendo su calificación común para todo

el grupo. En algunos casos, según la asignatura, se finalizaba la actividad con la co-evaluación entre iguales o la auto-evaluación (7, 8), siempre facilitando el profesorado las correspondientes rúbricas de corrección (9) para así involucrar al alumnado en el proceso de evaluación, además que representa una ayuda en la tarea de corrección por parte del profesorado, especialmente cuando se trata de grupos numerosos.

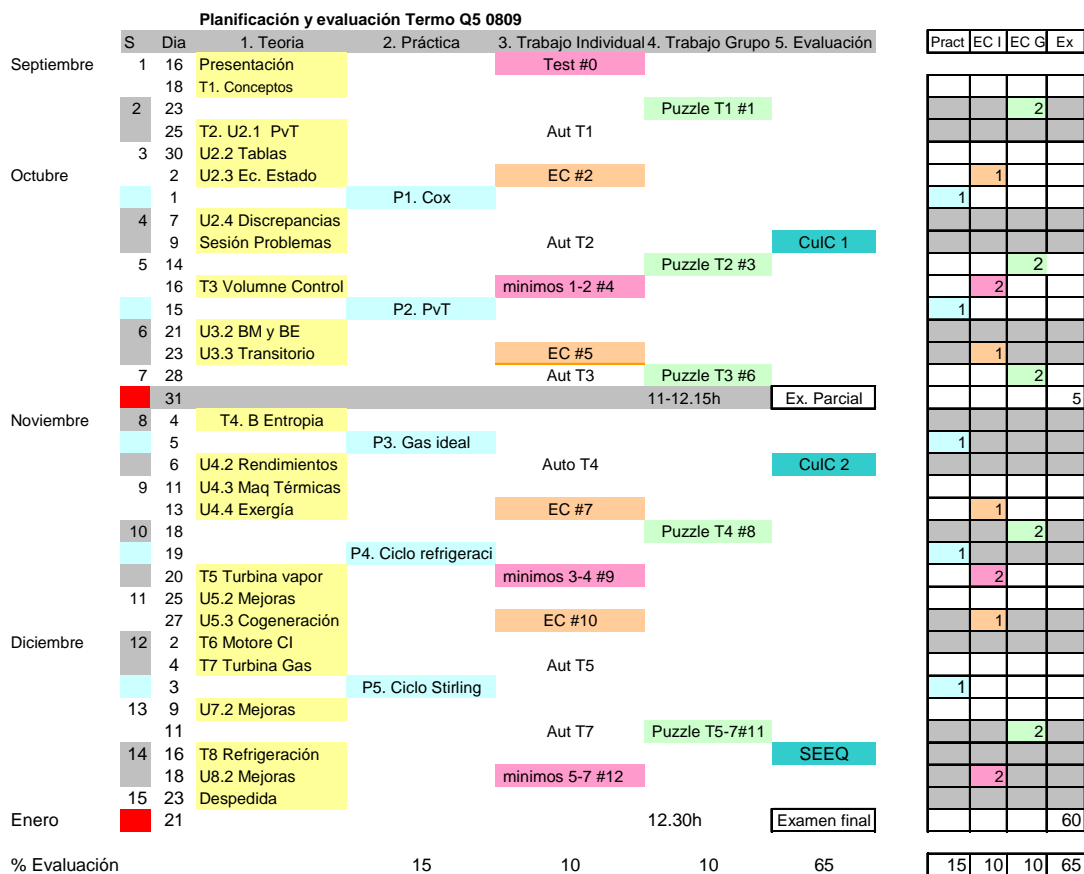


Figura 1. Programación de la asignatura de Termodinámica curso 2008-09.

En total se realizaron tres actividades de evaluación sumativas de este tipo en la asignatura de Química I con posterior co-evaluación, mientras que en Termodinámica se realizaron cinco actividades puzzle y además tres controles de mínimos que ayudaron al alumnado de forma individualizada a poder comprobar si estaba alcanzando los objetivos formativos indispensables hasta ese momento y en caso contrario tuviese la oportunidad de reorientar su aprendizaje a tiempo.

Una vez finalizadas dichas actividades, en la siguiente sesión, el profesorado las retornaba al alumnado, con la correspondiente retroalimentación (*feedback*) y además

se realizaba el posterior análisis/reflexión general, con el fin de detectar posibles errores generales, y si era necesario se planteaba alguna actividad que cubriese dicha carencia. En la Figura 1 se puede ver la programación de Termodinámica.

En las actividades de evaluación no presencial se ha utilizado el entorno virtual de la UPC, ATENEA (*Moodle*). Se han diseñado cuestionarios de tipo “incrustado” que posibilitan la adaptación de problemas complejos con múltiples apartados y permiten permutaciones aleatorias con datos diferentes y acceso a diversos intentos en la respuesta tras la visualización del enunciado “genérico”. Estos cuestionarios, suelen tenerlos disponibles durante varios días, principalmente durante fines de semana y se intercalaron junto con las anteriores, realizándose tres en el caso de Química I y cuatro en el caso de Termodinámica.

En el cuadro de la Tabla 1, se pueden ver las diferencias importantes entre ambas asignaturas como son: el curso, número y tipo de alumnado, número de actividades de evaluación sumativas dentro y fuera del aula, así como el porcentaje de evaluación continua en la calificación global de la asignatura. También se quiere resaltar otra diferencia entre ambas y es que en la asignatura de Termodinámica se ha exigido un porcentaje mínimo de actividades realizadas, para que se tenga en cuenta la evaluación continua (EC) que ha sido del 60%.

Tabla 1: Resumen de las distintas características de ambas asignaturas.

| <i>Asignatura</i> | <i>Curso</i> | <i>Número</i> | <i>Tipo</i> | <i>Presencial</i> | <i>No presencial</i> |
|----------------------|--------------|---------------|-------------|---------------------------------|----------------------|
| <i>Química I</i> | 1 | 50 | repetidor | 3 ^a | 3 |
| <i>Termodinámica</i> | 3 | 80 | nuevo | 5 ^a + 3 ^b | 4 |

^a puzzle; ^b control de mínimos;

Además, en ambas asignaturas el alumnado podía acceder a diversos tests o cuestionarios de auto-aprendizaje de carácter formativo, a través del entorno virtual, que cubrían los diferentes objetivos de aprendizaje de cada uno de los temas. Este tipo de actividades fuera del aula, favorece el aprendizaje autónomo, ya que permite a cada alumno/a que pueda autoevaluar su grado de aprendizaje y por lo tanto autorregularse.

3.3. Sistema de mejora continua

Hay que tener en cuenta que uno de los cambios más importantes en el nuevo paradigma docente es que la enseñanza se centra en el aprendizaje del alumnado y no en lo que enseña el profesorado. Esto implica que lo que hay que contabilizar es la dedicación del alumnado y no la del profesorado, por lo tanto es necesario diseñar diversas actividades fuera del aula indicando su temporalización aproximada. Para poder contabilizar esta dedicación de la manera más exacta posible hay que recoger

esta información del propio alumnado e ir afinando año tras año. Es por este motivo que se han pasado, semanalmente, cuestionarios mediante el entorno virtual.

A lo largo del curso se ha ido recogiendo información sobre su funcionamiento con el fin de mejorar la calidad tanto en metodología como en contenidos, aplicable durante el propio curso y futuros. Para ello se han utilizado: cuestionarios de incidencias críticas (CuIC) en las semanas 4 y 8 y al final una encuesta de satisfacción modificada, *SEEQ Student' Evaluations of Educational Quality* (9). Los primeros consisten en cuestionarios con preguntas abiertas, donde se les pide, a través del campus virtual de la UPC, la opinión sobre los aspectos más positivos o más negativos del curso hasta el momento en que se efectúa, semanas 4 y 8 del curso. En cambio la encuesta SEEQ se les pasa en la propia aula en una de las últimas sesiones y permite una valoración global para el plan de mejora en futuras ediciones del curso.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Rendimientos académicos

Para analizar los resultados académicos es preciso tomar como referencia el peso en la nota final de la evaluación continua, que en el caso de Química I es del 10% y para el caso de Termodinámica representa el 20%. La composición de la nota de la evaluación continua en cada una de las asignaturas es diferente. Así en Química I:

$$10\%Ev.Cont. = 6\% Nota Act.de Grupo + 4\% Cuestionarios Moodle$$

Mientras que para la asignatura de Termodinámica:

$$20\%Ev.Cont. = 10\% Nota Act.de Grupo + 4\% Cuestionarios Moodle + 6\% Control Minimos$$

En la Figura 2 se pueden observar los resultados de la evaluación continua frente a la calificación obtenida en el examen final para la asignatura de Química I en el cuatrimestre 2 del curso 2007-08.

En ella los estudiantes/as con mayor nota del examen final son los que tienen mayor nota de evaluación continua. El porcentaje de alumnado que hace evaluación continua es del 85%, de los que el 89% aprueban la asignatura, por lo que queda demostrado que si los estudiantes realizan la evaluación continua pueden superar la asignatura con mayor facilidad. Además también se demuestra que las calificaciones finales de la asignatura son muy altas, ya que el 55% del alumnado presentado al examen final obtienen una nota final ≥ 6 y un 30% > 7 , incluyendo dos matrículas de honor de las tres totales que dieron en el curso.

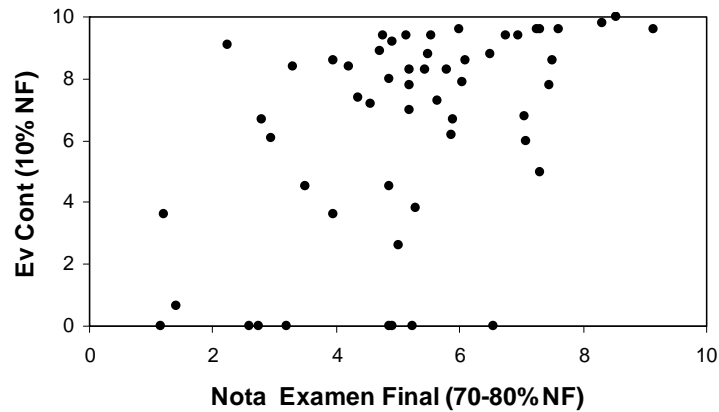


Figura 2. Nota de evaluación continua frente a la de examen final para Química I.

Para la asignatura de Termodinámica en la mitad inferior de la Figura 3 se puede apreciar los alumnos/as que no superaron los controles de mínimos, que representa un 38,2%. Cabe hacer la siguiente distinción: los estudiantes/as del cuadrante inferior derecho fueron capaces posteriormente de superar el examen final mientras que los del cuadrante inferior izquierdo no lo fueron.

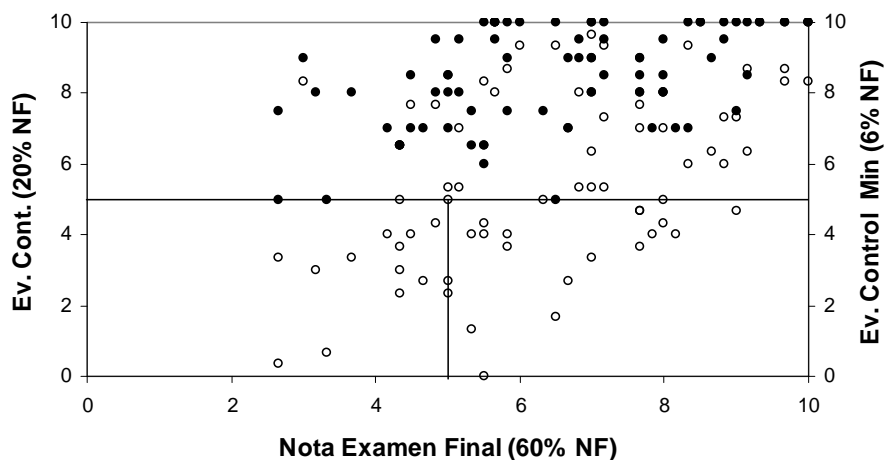


Figura 3. Correlación de la evaluación continuada con la nota del examen final en Termodinámica. ● Evaluación continua ○ Ev. Control de mínimos.

El motivo de esta mejora es debido a que los primeros consolidaron sus conocimientos gracias al aprendizaje realizado en base a las distintas actividades programadas de evaluación continua.

También se puede observar que la nota de evaluación continua ha sido elevada y en ningún caso por debajo del aprobado. Este hecho junto con el resto de componentes

de la nota final de la asignatura, nota laboratorio y examen parcial, ha dado lugar a que casi todo el alumnado enmarcado en el cuadrante inferior izquierdo ha superado la asignatura, lo que representa un 94% de porcentaje de aprobados y han representado diez matrículas de honor que son todas las que se han dado en el curso.

Los resultados académicos obtenidos para ambas asignaturas ponen de manifiesto que independiente de las diferencias entre ambas asignaturas, la tasa de éxito es muy elevada.

4.2 Participación en las actividades programadas

En ambas asignaturas la asistencia y la participación en las actividades presenciales ha sido prácticamente total. El porcentaje de participación en los cuestionarios a través del entorno virtual, ha sido de un 70% de los alumnos/as que asisten con regularidad a clase. Mientras que para los cuestionarios de autoaprendizaje la participación ha sido mayor del 50% hasta la mitad del cuatrimestre, mientras que éste baja a medida que se acerca el final del curso debido al aumento de la carga de trabajo, a la proximidad de los exámenes finales y a que son de carácter voluntario.

4.3 Recogida de datos del alumnado para mejora continua

Los datos de la dedicación semanal a la asignatura por parte del alumnado fueron recogidos de forma voluntaria mediante el campus virtual de la UPC. Se ha observado que la dedicación varía entre 2 y 3 horas para ambas asignaturas, lo que representa para el caso de Termodinámica un 35,8% del alumnado que ha participado.

Los dos cuestionarios CuIC, pasados en ambas asignaturas, han permitido ajustar la programación de las actividades y reorientar el proceso educativo. Los aspectos positivos más destacados han sido las actividades tipo puzzle dentro del aula y como aspecto negativo, destaca la falta de explicaciones de teoría por parte del profesorado, opinión muy habitual entre el alumnado ya que está acostumbrado a las sesiones tradicionales expositivas.

De la encuesta SEEQ modificada pasada al final de curso, se han escogido las preguntas relacionadas con el campus virtual, la evaluación y la carga de trabajo del estudiante. Los resultados obtenidos para ambas asignaturas en las dos últimas ediciones se presentan en la Tabla 2:

Los resultados indican que el uso del campus virtual está mejor valorado en la asignatura de primer curso (Q) que en la de tercer curso (T). Esto puede explicarse debido al hecho de que el número de actividades a través del campus virtual es mayor en la asignatura de Termodinámica, como se ha visto en la tabla 1 y también queda reflejado en la pregunta 31 donde se especifica la carga de trabajo.

En cuanto a los métodos de evaluación que correspondería a la pregunta 26, la respuesta es muy diferente según la asignatura, posiblemente debido a que aunque el porcentaje de la nota es bajo en ambas, el alumnado de la asignatura de Termodinámica considera que la cantidad de actividades exigidas es demasiado

grande respecto a su ponderación final. También es posible que el alumnado de Química I, al ser repetidor, sea más consciente de la necesidad de realizar actividades de forma continuada para llevar la asignatura al día.

Tabla 2: Extracto de la encuesta SEEQ para Química I (Q) y Termodinámica (T).

| | | Q0607 | Q0708 | T0708 | T0809 |
|-----|---|-------|-------|-------|-------|
| p12 | El campus virtual y la web de la asignatura son útiles y contienen material útil para el seguimiento del curso | 4,50 | 4,31 | 3,23 | 3,45 |
| p26 | Los métodos de evaluación de este curso son equitativos y adecuados | 4,00 | 4,00 | 2,24 | 2,54 |
| p27 | Los contenidos de los exámenes y otros trabajos evaluados se corresponden con el contenido del curso, y de acuerdo con el énfasis que puso el profesor en cada tema | 4,19 | 4,13 | 3,03 | 3,30 |
| p31 | La carga de trabajo de este curso comparado con otros, ha sido 1=Muy pequeña/5=Muy grande | 3,28 | 2,82 | 4,33 | 4,33 |

5. CONCLUSIONES

- Se ha constatado una mejora en el aprendizaje del alumnado independiente de factores diferenciadores entre ambas asignaturas, ratificada por los excelentes resultados académicos, la participación elevada en las actividades tanto presenciales como no presenciales y por la encuesta de satisfacción SEEQ.
- El uso de las TIC, en particular el entorno virtual de la UPC, ATENEA, ha demostrado ser una herramienta útil tanto para mantener informado al alumnado de las actividades del curso, como para favorecer el aprendizaje autónomo del alumnado, además de para facilitar la corrección de las actividades no presenciales.
- El trabajo invertido por el profesorado en el cambio de metodología y la elaboración de todo el material docente utilizado, es alto, sobretudo la primera vez que se realiza y casi nunca suficientemente reconocido. Pero una vez que se tienen los materiales preparados y adaptada la metodología a la asignatura en particular, no representa una dedicación excesiva para el profesorado, aunque sí un cambio importante de filosofía y una mejora significativa del aprendizaje del alumnado

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen la ayuda recibida de la *Convocatoria d'Ajuda a Projectes de Millora de la Docència 2006-07 de la UPC, modalitat A*, al proyecto: “*Tècniques i mètodes d'avaluació a la UPC. Incidència en els processos*”.

Así mismo agradecemos también el soporte por parte del Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la UPC, al ofrecer a ambas autoras la coordinación del grupo de interés (GRAPA) para la evaluación, creado dentro del proyecto RIMA (*Recerca i Innovació en Metodologies d'Aprenentatge*) que nace en mayo 2007 con la doble voluntad de dar una mayor visibilidad a la innovación docente y de potenciar la participación del profesorado en las actividades de innovación e investigación educativa.

REFERENCIAS

1. G. Gibbs, C. Simpson, *Condiciones para una evaluación continuada favorecedora del aprendizaje*. Octaedro, Barcelona (2009)
2. P. del Canto, I. Gallego, J.M. López, J. Mora, A. Reyes, E. Rodríguez, K. Sanjeevan, E. Santamaría, M. Valero, *La mejora continuada en el EEES*, V Congreso Iberoamericano de Docencia Universitaria, (V CIDU), Valencia (2008).
- 3 L. Prieto, A. Blanco, P. Morales y J. Torre, *La enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje*. Octaedro /ICE-UB, Barcelona (2008).
4. A. Cadenato, M. Martínez, *Adaptación al EEES, de dos asignaturas troncales de la titulación de Ingeniería industrial*, 15 Congreso Universitaria de innovación educativa en las enseñanzas técnicas, (15ª CUIEET). Valladolid (2007).
5. E. Aronson, & S. Patnoe, *The jigsaw classroom: Building cooperation in the classroom (2nd ed.)*. Longman, New York (1997).
6. B.S. Bloom, J.T. Hastings, G.F. Madaus, *Taxonomía de los objetivos de la educación Tomo I (conocimientos) y Tomo II (dominio efectivo)*. Marfil, Alcoy (1973).
7. L'avaluació en el marc de l'Espai Europeu d'Educació Superior (EEES). http://www-ice.upc.edu/noves_titulacions.html (Acceso: abril 2009).
8. M. Valero-García y L. Díaz de Cerio Ripalda, *Autoevaluación y co-evaluación: Estrategias para fomentar la evaluación continuada*, I Congreso Español de Informática, (I CEDI), Granada (2005).
9. Rubistar, <http://rubistar.4teachers.org/index.php> (Acceso: abril 2009).

METODOLOGÍAS EDUCATIVAS PARA LA QUÍMICA BÁSICA DE LOS GRADOS DE INGENIERÍA

Gabriel Pinto Cañón y Joaquín Martínez Urreaga

Grupo de Innovación Educativa de Didáctica de la Química,
Departamento de Ingeniería Química Industrial y del Medio Ambiente
E.T.S. de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid
gabriel.pinto@upm.es, joaquin.martinez@upm.es

En este trabajo, se resumen algunas consideraciones y reflexiones sobre las metodologías que se pueden aplicar para favorecer el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Química como materia básica de los nuevos Grados de Ingeniería. Los razonamientos se basan en la práctica docente de los autores durante algo más de dos décadas, así como en la experiencia de muchos otros docentes, recogida en conversaciones, cursos, congresos y publicaciones.

1. INTRODUCCIÓN

Probablemente, en los últimos cinco años se haya escrito, hablado y discutido más sobre las metodologías educativas en la Universidad española que en los últimos cien años, o incluso que en toda su historia. Hasta principios del presente siglo, la metodología educativa se discutía, preferentemente y salvo excepciones, en el ámbito de áreas de conocimiento específicas como la pedagogía o la didáctica de las Ciencias Experimentales, no habiendo oportunidades, prácticamente, para tratar temas como la didáctica de la Química a nivel universitario. Sin embargo, como consecuencia del conocido como proceso de Bolonia, ha crecido de forma exponencial el interés en este tipo de aspectos y, con ello, el número de congresos, jornadas y publicaciones. Y es que, efectivamente, uno de los puntos implícitos en dicho proceso, incita a replantear el modelo educativo español anterior. Se trata, como se ha repetido hasta la saciedad, del cambio de un paradigma (el modelo educativo centrado en la enseñanza) por otro centrado en el aprendizaje.

Así, aunque con importantes núcleos de profesores reacios a estos planteamientos, hoy en día, hay un alto número de profesores universitarios de Química (por centrar ya el ámbito de aplicación del trabajo) que aplican, discuten e investigan sobre aspectos como: constructivismo frente a conductismo, aprendizaje significativo, aprendizaje orientado a adquisición de competencias, nuevas formas de evaluación (análisis del portafolio, evaluación continua,...), plataformas virtuales, y otros. Y todo ello, además, manejando con cierta soltura todo un conjunto de nuevas abreviaturas (ABP, EEES, ECTS, C-T-S, TIC,...).

Todo esto, a juicio de los autores, es positivo, y redundará con seguridad en una mejora de la enseñanza universitaria. Entre otras razones, porque el cambio no es fruto de un “capricho” de las autoridades educativas de un determinado país, como España, ni de una “moda” pedagógica, sino que el cambio educativo implica el esfuerzo de

cerca de media centena de países europeos, que apuestan por construir un nuevo modelo global, basado en el conocimiento y, además, están embarcados en dicho cambio casi todas las universidades del más alto nivel del resto del mundo.

Pero ese interés hacia la Didáctica, en buena parte inducido desde las autoridades educativas, de docentes del campo universitario de la Química, debe venir acompañado, a juicio de los autores, aparte de una financiación adecuada por parte de los agentes correspondientes, de grandes dotes de humildad científica por parte de los docentes, sabiendo que hay muchas cuestiones implícitas que otro tipo de profesores, como los de Pedagogía o Didáctica de las Ciencias Experimentales, conocen con mucha mayor profundidad. En otras palabras, hablaremos de aprendizaje significativo o de enfoques Ciencia-Tecnología-Sociedad (C-T-S), pero asumiendo que solemos conocer sobre ello aproximaciones de teorías más amplias y profundas, cuyo fundamento último nos será difícil entender. Por otra parte, un docente de Química tendrá ventajas frente a otros docentes: la comprensión de los conceptos de resonancia e hibridación hará que se afronte la aplicación de metodologías de una forma diferente.

Por otra parte, deberíamos ser conscientes de que, en la mayoría de los casos, las nuevas propuestas educativas no son “ocurrencias”, sino producto de teorías e investigaciones del más alto nivel.

Sirva este prefacio para indicar que el objetivo que se plantea en este trabajo es reflejar las reflexiones de los autores sobre el tipo de metodologías que podrían ser adecuadas para el proceso de enseñanza aprendizaje de la Química como materia básica de los nuevos Grados de Ingeniería, en el nuevo marco educativo que se plantea en España. Existen multitud de textos (1-6) donde se tratan ampliamente los métodos a los que aquí, por la naturaleza del trabajo, se esbozarán.

Está bien admitido que no existe ningún método docente que sea mejor que los otros, dependiendo su utilización de las características de los alumnos, profesores, Centro educativo, medios materiales, contexto educativo, etc. Sin embargo, está ampliamente admitido que los métodos de enseñanza centrados en los alumnos son más formativos, más generadores de aprendizaje significativo y más adecuados para favorecer la memorización y razonamiento de conceptos, que los métodos centrados en el profesor.

Hace ya casi medio siglo, Keith P. Anderson explicaba el sistema de enseñanza universitario de Química en España, en el *Journal of Chemical Education* (7). Entre otras cuestiones, indicaba que el método de enseñanza de clases teóricas (o lección magistral) era el utilizado de forma casi exclusiva, encontrando que el alumno preguntaba o participaba con algún comentario sólo rara vez, pues había un ambiente de clase muy formal. En dicho trabajo, Anderson indicaba también que el sistema de exámenes finales promueve un aprendizaje rutinario y el desarrollo de capacidades de memorización, más que la habilidad de pensar. Pero, en las conclusiones finales, señalaba que muchos profesores universitarios de entonces (recuérdese que el texto es de principios de los años sesenta) reconocían ese defecto y estaban luchando para mejorar el sistema y forzar a los alumnos a razonar más que a memorizar. El ejemplo

es pertinente, porque muestra que, hace ya décadas, existía un anhelo por implantar metodologías más activas en la enseñanza de la Química. Además, constata, de alguna manera, que la “pasividad del alumno” no parece que sea sólo un asunto contemporáneo.

En el ámbito europeo, dentro del ya citado proceso de Bolonia, se pueden destacar dos aspectos esenciales que determinan el modelo metodológico universitario: el crédito europeo como medida del haber académico y la educación basada en adquisición de competencias. No se abunda en detalles sobre el ECTS, por haber sido tratado en multitud de foros en los últimos años, y se remite a quien quiera profundizar al excelente trabajo de de la profesora Pagani (8).

Aparte del crédito ECTS, es el modelo de aprendizaje basado en competencias el segundo aspecto que ha de tomarse en cuenta a la hora de decidir las metodologías docentes en los nuevos títulos de Grado a impartir en España.

La universidad contemporánea se está orientando hacia un modelo basado en resultados (*outcomes-based*), donde se tiene que identificar, de forma explícita, el conocimiento, las competencias (*skills*) y atributos que se espera tendrán sus graduados (9). En este sentido, existe una demanda creciente en el sentido de que los graduados posean unas competencias transferibles o genéricas adicionales a los conocimientos específicos de la materia (también denominadas competencias cognitivas).

De alguna manera, cuestiones como capacidad de trabajo en equipo, resolución de problemas, comprensión de textos científicos en inglés, habilidad en el trabajo del laboratorio, y otras muchas, que hasta ahora parecía implícito que obtendría un alumno, a lo largo de su trabajo en las distintas asignaturas, ahora, en el nuevo modelo, hay que abordarlo de forma sistemática y explícita en el plan de estudios. Parte de la importancia de las competencias en los contenidos de la materia básica de Química en los Grados de Ingeniería, ha sido objeto de otro trabajo (10).

En todo caso, sí se indica que las competencias genéricas podrán ser desarrolladas por los estudiantes, bien a través de materias y actividades específicas, bien a través de las distintas asignaturas. Si bien parece que lo segundo será lo predominante en las titulaciones españolas, no hay que destacar que coexista con la oferta de diversas actividades (programas de mentoría, seminarios sobre elaboración de textos científicos e informes, estrategias para hablar en público,...) para los alumnos.

Algunas estrategias o metodologías educativas que se pueden emplear para desarrollar competencias transferibles han sido recogidas por Grant y Dickson en el trabajo ya citado (9). En la tabla 1 se muestra un resumen basado en su propuesta.

2. METODOLOGÍAS EDUCATIVAS PARA LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA BÁSICA EN INGENIERÍAS

Como resumen de lo tratado hasta aquí, se puede indicar que, desde lo que se asume como un enfoque de enseñanza tradicional, los alumnos adquieren el conocimiento preferentemente a través de las clases impartidas por el profesor, de

forma que aprenden de forma esencialmente pasiva. El objeto principal para modificar los enfoques metodológicos de los estudios universitarios es establecer un modelo de enseñanza-aprendizaje más centrado en los alumnos, promoviendo en éstos un contexto de aprendizaje activo e intentando prepararles para la adquisición de habilidades de aprendizaje y competencias de utilidad a lo largo de su vida, siguiendo experiencias y corrientes de cambio análogas de profesores de otros entornos (9, 11, 12).

Tabla 1. Oportunidades para desarrollar competencias genéricas o transferibles en los alumnos según la metodología educativa empleada.

| <i>Competencia genérica o transferible</i> | <i>Oportunidad formativa (metodología)</i> |
|--|--|
| Comunicación (oral y escrita) | Redacción de informes de laboratorio, presentaciones en clase, defensa de proyectos |
| Trabajo en equipo | Prácticas de laboratorio, aprendizaje basado en proyectos, estudio de casos, tutorías grupales sobre resolución de problemas |
| Resolución de problemas | Aprendizaje basado en problemas, en el programa de cada materia |
| Conocimientos matemáticos | A través del programa de cada materia |
| Conocimientos básicos de las TIC | |
| Conocimiento de otros idiomas (inglés) | |
| Control del propio aprendizaje | Programación de actividades, sesiones periódicas con los alumnos sobre el desarrollo e la actividad |

En los siguientes epígrafes se analizan algunos de los métodos educativos que podrían emplearse para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química básica de los Grados de Ingeniería.

2.1. La lección magistral

La lección magistral es una técnica de enseñanza adecuada para grupos numerosos de alumnos, como los que cabe esperar en una asignatura básica de Química en Ingeniería, debido a ventajas como (13):

- Permite la transmisión de conocimientos que de otra manera requerirían mucho tiempo de búsqueda y a veces serían complejos de entender por los alumnos.
- El profesor puede ofrecer una visión más crítica y equilibrada de la Química, por encima de los simples datos que suelen presentar muchos textos.
- Permite la presentación de resultados de investigaciones o noticias de interés recientes.

- Es un buen medio para facilitar a los alumnos el estudio de materias que les supondría demasiado desánimo si tuvieran que abordarlas mediante la simple lectura.

- Se ofrece la posibilidad a los estudiantes de ser motivados por expertos en una determinada materia.

La lección magistral presenta también algunas limitaciones bien conocidas:

- Predominio casi total de la actividad del profesor en el proceso didáctico, favoreciendo la pasividad del alumno al no facilitar la comunicación.

- Predominio de la finalidad meramente informativa.

- Se facilitan pocas ocasiones para que el profesor pueda evaluar la eficacia de sus enseñanzas, debiendo esperar hasta las pruebas de examen, de forma que no existe retorno de información del alumno al profesor, que es un aspecto central en el proceso de aprendizaje.

Estas limitaciones pueden ser paliadas en buena medida mediante un uso adecuado de la herramienta. Ha de evitarse el abuso, organizarse adecuadamente, definirse claramente los objetivos y cuidarse la amenidad y la presentación, además de intercalar preguntas, ejercicios, demostraciones de cátedra y cuestiones motivadoras como la interpretación científica de fenómenos de la vida cotidiana, o la discusión de noticias de actualidad.

En resumen, y a pesar de que algunos anuncian su desaparición, pensamos que la lección magistral seguirá siendo un método importante en la enseñanza de la Química en Ingeniería, optimizada y combinada adecuadamente con otros métodos, por su importancia para la adquisición de competencias cognitivas en grandes grupos.

2.2. Seminarios de problemas

Como se dice en otro capítulo de este libro (10), la capacidad de resolución de problemas es una de las competencias genéricas más valoradas en Ingeniería y, al mismo tiempo, una de las competencias en las que más puede contribuir la Química, por su carácter eminentemente práctico. Aprender Química, sin realizar problemas es, en palabras de Levine, como intentar mantenerse en forma leyendo libros de educación física sin hacer los ejercicios correspondientes (14).

En los seminarios, los problemas deben presentarse en complejidad creciente, dentro de cada tema, y a lo largo del curso, de forma que, a modo de ejemplo, se puede empezar por problemas en los que se dispone de todos los datos, y llegar hasta otros cuyos datos deben ser encontrados por los alumnos en la bibliografía. Asimismo, de problemas en los que se aplica un reducido número de conceptos y ecuaciones, se avanzará hacia problemas en los que se relacionan cuestiones de varios temas, con lo que aumenta la motivación en el alumno y se refuerza el carácter global de las asignaturas.

De la misma forma, es importante fomentar el uso de estrategias eficaces para abordar y resolver los problemas, para así mejorar la capacidad de los alumnos para resolver problemas en general. Durante la explicación de los problemas, debe fomentarse la intervención de los alumnos, para que expongan con preguntas las

dificultades encontradas, o incluso haciendo que alguno de ellos intervenga directamente en la resolución, con lo que se favorece a su vez su entrenamiento en habilidades para las exposiciones orales.

2.3. Prácticas de laboratorio

La Química es una asignatura de carácter experimental. Además, otras de las competencias valoradas en Ingeniería son la capacidad para experimentar, para trabajar en equipo o para comunicar, de forma oral o escrita. Todas estas competencias, además de las cognitivas propias de la Química, pueden ser trabajadas de forma eficaz en el laboratorio. Por supuesto, las prácticas han de ser adecuadamente diseñadas y han de disponer de los recursos (humanos y materiales) necesarios, para superar los resultados del estudio referido por Benjumea (15) en 1991, realizado sobre alumnos de diversas Escuelas Técnicas Superiores españolas, que reflejó que un 84 % pensaba que la formación básica que estaba adquiriendo era buena o muy buena, pero un 78 % consideraba que su formación práctica es regular o mala, y un 70 % consideraba obsoleto el material de laboratorio.

Ha de procurarse también que las prácticas requieran una interpretación personal directa del alumno, para evitar que se limite a "seguir una receta" de forma rutinaria.

2.4. Aprendizaje basado en problemas

En el marco de las metodologías activas merece particular atención, por su progresiva relevancia en la enseñanza universitaria, el aprendizaje basado en problemas (ABP). Inicialmente surgido en el campo de las ciencias médicas, goza de una reconocida tradición en el ámbito universitario (16). En algunos casos, como en ciertas Universidades nórdicas y norteamericanas, esta metodología es adoptada como estrategia curricular institucional; en otros, su aplicación como instrumento para la introducción de metodologías activas es objeto de investigación.

A veces se interpreta el aprendizaje basado en problemas como un término análogo a las clases de resolución de problemas tradicionales, descritas anteriormente, donde se resuelven problemas para aplicar e integrar el conocimiento aprendido previamente. No es así, el aprendizaje basado en problemas promueve un entorno en el que los problemas guían el proceso educativo (17), como se aprecia en la figura 1.

Así, antes de aprender conocimientos, se ofrece una serie de problemas seleccionados a los alumnos, de forma que descubren por ellos mismos lo que necesitan aprender para resolverlos. El ABP es una estrategia que favorece el pensamiento crítico, el aprendizaje cooperativo y promueve habilidades de resolución de problemas a través de la resolución de problemas reales interdisciplinarios o, al menos, integradores.

La esencia del ABP es que es el alumno quien resuelve los problemas y los entiende por sí mismo (18). El docente, una vez presentada la situación problemática, se retira a un segundo plano, actuando más como facilitador y guía que como "fuente

de soluciones”. Entre los beneficios del ABP se pueden citar las siguientes cuestiones (19): aumenta la motivación, ofrece respuesta a ¿para qué sirve estudiar esto?, promueve el pensamiento de orden superior, alienta aprender a aprender y promueve la metacognición.

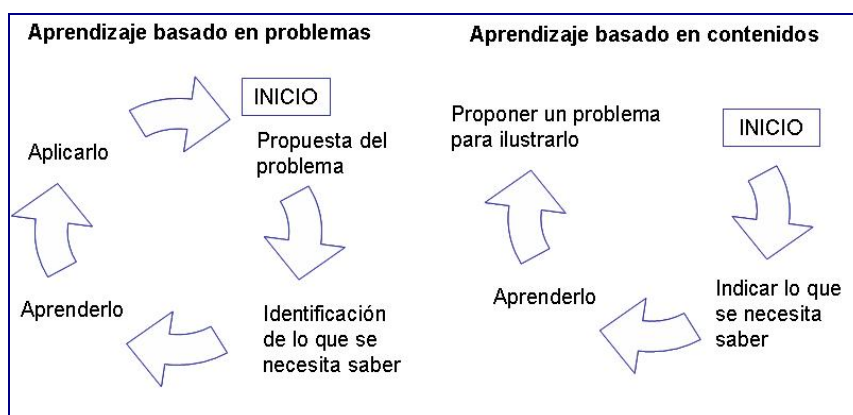


Figura 1. Aprendizaje basado en problemas en contraste con el aprendizaje basado en contenidos (adaptado de la referencia 9).

Existe un buen número de problemas de la vida real susceptibles de resolverse en cursos básicos de Química (20). Duch (21) propone un conjunto de criterios prácticos acerca de qué puede considerarse un buen problema:

- Debe “enganchar” al alumnado, interesándolo y motivándolo. Ha de estar relacionado con el mundo real, de modo que los estudiantes se identifiquen con él. Ello requiere la elaboración de un “escenario” que enmarque el problema y lo haga más inteligible y atractivo.

- Debe requerir la adopción de decisiones razonadas, de manera que los estudiantes reconozcan y expliquen sus puntos de partida a la hora de enfrentarse al problema, distinguiendo qué información es relevante y qué etapas son necesarias para su resolución.

- Debe estar contextualizado en los objetivos del curso y adecuadamente relacionado con los conocimientos previos y posteriores.

- El desarrollo del problema debe exigir trabajo cooperativo, de modo que no pueda ser efectiva la mera subdivisión de las tareas entre los miembros del grupo. Para el logro de este objetivo puede ser necesario:

- ✓ Que las tareas en que se concrete la resolución del problema se hallen fuertemente interrelacionadas.

- ✓ Que su planteamiento inicial requiera la discusión en el seno de los grupos.

- ✓ Que tenga un cierto grado de divergencia, según el nivel y contexto en que se aplique, de modo que no conduzca necesariamente a una respuesta unívoca. Es

importante que las cuestiones planteadas durante su desarrollo sean razonablemente controvertidas, de modo que generen diversas opiniones.

2.5. Elaboración de mapas conceptuales

Es bien conocido que las representaciones visuales utilizadas para la comunicación de ideas son de gran utilidad para el aprendizaje de las Ciencias Experimentales (22). Entre los organizadores gráficos más utilizados en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química se encuentran los mapas conceptuales, la V heurística (o “V de Gowin”) y las bases de orientación (23).

Los mapas conceptuales favorecen el aprendizaje significativo. Existe este tipo de aprendizaje, ya mencionado a lo largo del trabajo, cuando se relaciona intencionadamente materia que es potencialmente significativa con las ideas establecidas y pertinentes de la estructura cognitiva (24). En otras palabras, cuando el alumno relaciona lo que ya sabe con los nuevos conocimientos. Los mapas conceptuales son diagramas en los que se muestran varias informaciones clasificadas y relacionadas. Su objeto principal es presentar relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones. Estas relaciones se explicitan mediante una serie de flechas que ponen de manifiesto las dependencias, similitudes y diferencias entre conceptos, así como su ordenación jerárquica. En cada flecha se indica alguna palabra (denominada relacionante) que hace más explícita la relación entre conceptos. Cada mapa conceptual define claramente la idea central, colocándola en el centro del diagrama, y permite establecer la relación entre ideas de una forma más fácil.

Para elaborar un mapa conceptual es necesario: identificar y seleccionar los conceptos relevantes, establecer una jerarquía entre ellos (distinguiendo entre los generales y los particulares), y unir a través de líneas, formando frases con sentido, los conceptos mediante relacionantes (evitando en lo posible el uso de verbos o expresiones simples y repetidas, como “tiene” o “es”). Un concepto puede estar relacionado con otros varios. La organización final debe facilitar la lectura y ser visualmente atractiva.

Los mapas conceptuales pueden servir como una clave fundamental para que el profesor siga el mejor camino para comunicar una serie de conceptos. También se pueden utilizar para ayudar al profesor a explicar porqué profundiza en un aspecto particular, de forma que los alumnos puedan ver cómo aspectos particulares de información se ajustan a un esquema más amplio. Esta estrategia sirve también, por ejemplo, para ayudar a los alumnos a clarificar las diferencias entre conceptos relacionados y para motivarles a pensar en ellos más profundamente. También es importante para que los alumnos conozcan lo que han aprendido y lo que no entienden aún, promoviendo que sintetizen sus representaciones.

Además, los alumnos tienden a concebir la Química, como otras materias básicas, en un conjunto de conceptos inconexos, no relacionados entre sí. Los mapas conceptuales ayudan a que el alumno pueda construir mentalmente la relación existente entre los distintos conceptos. Se ofrecen referencias con más información

sobre la aplicación de los mapas conceptuales en primeros cursos de Química universitaria para ingenieros (25) y sobre su elaboración práctica (26). Obviamente, aparte de los mapas conceptuales, existen otras posibilidades de diagramas y figuras de gran utilidad formativa.

2.6. Estudio de casos

El estudio de casos es un método de enseñanza muy popular en la formación médica, jurídica y empresarial, donde existe una amplia tradición en el uso de historias reales o simuladas como casos mediante los que se enseña a los estudiantes. Así, desde principios del siglo XIX se han entrenado alumnos en la práctica jurídica haciéndoles analizar casos reales ya tratados por algún tribunal. Cada vez se emplea más en la Didáctica de la Química (27). Debe integrar varias disciplinas o temas y estar relacionado con el mundo real. Implica aprender “haciendo”, desarrollando habilidades analíticas y de decisión en los alumnos. En el estudio de casos, los alumnos deben estudiar independientemente un tiempo y aprender a trabajar como integrantes de un equipo. Es una técnica que se centra en los participantes, al propiciar un juicio crítico alrededor de un hecho (real o ficticio) que previamente les fue ilustrado. El caso puede ser un documento breve o extenso, en forma de lectura, fotografía o película.

Sus objetivos se pueden resumir así:

- favorecer la reflexión en grupo frente a los desafíos de la práctica profesional;
- desarrollar una capacidad de análisis y toma de decisiones en contextos concretos de acción;
- favorecer la aplicación de diferentes operaciones mentales, aprender a pensar;
- descubrir y valorar la complejidad real que suele quedar oculta en las descripciones teóricas;
- aceptar que existen diversas perspectivas de análisis y posibles cursos de acción ante los problemas reales; y
- aceptar que las decisiones se deben tomar con importantes márgenes de incertidumbre y por ello están llamadas a ser revisadas y evaluadas.

La secuencia de trabajo que se sugiere en esta metodología es: el profesor prepara un caso que corresponda a los objetivos del programa y lo presenta al grupo; el profesor lo entrega al menos una semana antes de su discusión y se pide que los alumnos, individualmente o en pequeños grupos, indiquen por escrito su análisis previo, tras la lectura del caso; discusión sobre las opiniones de los participantes, enriquecidas por el profesor, que interviene para repreguntar, vincular respuestas, y ofrecer a consideración ciertas disyuntivas abiertas; finalmente, de forma individual o en grupos pequeños, se elaboran las conclusiones. Con esta herramienta educativa, el profesor guía a los alumnos a través de la discusión de un caso, cuestionando, redireccionando cuestiones, clarificando, probando y destacando aspectos. El estudio de casos ayuda a los alumnos a construir habilidades de: análisis, síntesis, aplicación de conceptos, resolución de problemas, pensamiento crítico y comunicación. El caso

propuesto debe ser interesante, motivador y relacionado con la vida real. Algunos ejemplos utilizables en un curso básico de Química son: efecto invernadero, contaminación, propiedades de algunos compuestos, etc.

2.7. Uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC)

En la última década, Internet se ha convertido en una herramienta ampliamente utilizada para la enseñanza y el aprendizaje de la Química. En concreto, gracias a su empleo, los alumnos pueden aprender nuevo conocimiento, buscar información, y comunicarse con profesores y otros alumnos. El uso de las distintas plataformas educativas virtuales existentes facilita la labor de profesores y alumnos para trabajar.

Por poner un ejemplo de la potencialidad de Internet en la enseñanza, existen multitud de videos (por ejemplo en la dirección www.youtube.es) que ilustran, de forma breve, qué significa en la práctica que el oxígeno es paramagnético y el nitrógeno es diamagnético.

Aunque sea brevemente, debe hacerse un inciso en el sentido de que muchas de estas técnicas, como las presentaciones en Power Point, son complementos y herramientas con gran valor pedagógico, pero siempre (como todas las técnicas educativas) empleadas de forma adecuada (28). Precisamente, una de las mayores quejas que plantean los alumnos en la metodología universitaria actual es el abuso del empleo de estas presentaciones en el aula.

2.8. Demostraciones experimentales en el aula

Las demostraciones de reacciones y propiedades suponen un importante impacto en la enseñanza de la Química. Este tipo de metodología ayuda a incrementar el interés de los alumnos hacia el aprendizaje y aumenta la eficiencia de la enseñanza. Existe un buen número de demostraciones que pueden realizarse en el aula. En todo caso, salvo que el interés esencial sea romper el ritmo de la clase para permitir un pequeño receso que favorezca la concentración posterior, la demostración debe ser discutida, bien en el propio aula, bien como tarea a realizar por el alumno. Así, por ejemplo, la observación de la reacción de sodio en agua se percibe (y es espectacular) en menos de un minuto, por poner un ejemplo.

2.9. Aprendizaje basado en la indagación dirigida

Así como la metodología ABP, antes citada, forma parte, a su vez, de lo que se conoce como aprendizaje por indagación, el planteamiento de una secuencia específica de cuestiones, a través de la que se orienta el aprendizaje de los alumnos mientras las va resolviendo (bien individualmente, bien por aprendizaje cooperativo), es un ejemplo de aprendizaje basado en la indagación dirigida (conocido en inglés como *inquiry-guided instruction*) (29). En este caso, el alumno es guiado de una forma más determinada por el profesor. Un ejemplo de cómo pueden aplicarse ambas

metodologías, para un caso concreto que implica el estudio del intercambio de calor que provoca la disolución de una sal determinada en agua, puede consultarse en un trabajo reciente (30).

2.10. Aprendizaje cooperativo y colaborativo

El aprendizaje cooperativo designa un grupo de procedimientos de enseñanza que parten de la organización de la clase en pequeños grupos, donde los alumnos trabajan de forma coordinada y los objetivos de los participantes están estrechamente vinculados. Se fundamenta en valorar el potencial educativo de las relaciones interpersonales en cualquier grupo, en el aprendizaje por desequilibración, en la teoría del conflicto sociocognitivo y en el incremento observado del rendimiento académico. Como se señaló anteriormente, aunque a veces se emplea como término análogo, difiere del trabajo colaborativo o trabajo en grupo clásico en la organización de la tarea y actividades a desarrollar, la distribución de tareas, la implicación de todos los participantes y el grado de control y exigencia mutuos.

Para que exista un aprendizaje cooperativo efectivo, se considera básico que existan los siguientes componentes esenciales (31):

- Interdependencia positiva. Cada miembro del grupo tiene que apreciar con claridad el vínculo con los demás, de manera que un alumno no puede tener éxito en la tarea si los demás no lo tienen.
- Responsabilidad individual. Cada alumno debe responder de su aprendizaje y del de sus compañeros.
- Interacción simultánea (cara a cara). Tiene que haber una dinámica de trabajo con interacción continua y directa entre los miembros del grupo.
- Habilidades propias de pequeños grupos. Cada alumno debe adquirir y desarrollar competencias básicas de trabajo en equipo.
- Evaluación de los resultados y del proceso. Deben desarrollarse actividades de reflexión y evaluación del trabajo en grupo.

3. LA INNOVACIÓN DOCENTE EN EL NUEVO MARCO EDUCATIVO UNIVERSITARIO

Los autores de esta memoria son conscientes de las dificultades de alumnos, docentes e instituciones educativas para adaptarse de forma inmediata a las estrategias de enseñanza de Química universitaria centradas en los alumnos. Según esta estrategia, el que aprende debe estar "activo" y esto significa esfuerzo.

Además, se indica acertadamente en distintos foros y documentos que la innovación docente que se pretende, supone un "cambio de paradigma". Y esto es fácil de decir, pero muy difícil de llevar a la práctica: un paradigma es un patrón, un modelo o un ejemplo general, y el cambio de cualquier paradigma (y quizá aún más en el campo educativo) es un reto no exento de dificultades.

La innovación docente en el contexto que requiere la enseñanza de la Química a principios del siglo XXI implica no sólo nuevos métodos de formación, con disminución de clases magistrales para dar paso a trabajo cooperativo y métodos docentes más participativos, sino una integración real de las tecnologías de la información y la comunicación en el aprendizaje, nuevos objetivos de formación, y trabajo en equipo, entre otros aspectos.

De acuerdo a la experiencia de los autores, entre otras dificultades que se presentan al aplicar estrategias educativas centradas en los alumnos para el aprendizaje de la Química, se destacan: mayor necesidad de tiempo tanto para los docentes como para los alumnos (al menos inicialmente), necesidad de nuevos espacios de aprendizaje (con una organización más flexible), mayor esfuerzo organizativo y de coordinación, necesidad de apoyo institucional, falta de preparación en el alumnado (acostumbrado a asistir pasivamente a clase y orientar su actividad para el aprendizaje casi con exclusividad a la superación de los exámenes), necesidad de formación pedagógica del profesorado, y mayor dificultad en el proceso de evaluación, que no debe depender sólo del examen tradicional. Este último es un aspecto importante, puesto que las pruebas tipo examen tienen una normativa, fechas específicas en las Universidades, y toda una serie de aspectos históricos y sociológicos difíciles de modificar.

Obviamente, el cambio de metodología implica modificaciones sustanciales de los sistemas de evaluación. No es comprensible cambiar de objetivos y de procedimientos educativos para que sea un examen final la única fase que decida el éxito o fracaso de los alumnos. Es sabido que, en el mundo educativo (y en otros mundos) “lo que no se evalúa se devalúa”; los alumnos normalmente tienen un comportamiento estratégico y de poco valdría que se modificara la metodología y los objetivos educativos si el sistema de evaluación se reduce a un examen tradicional.

La cuestión del mayor esfuerzo requerido a los docentes es de la máxima importancia. Evidentemente, no puede reconocerse el mismo esfuerzo y el mismo número de créditos a quien aplique una metodología clásica, basada únicamente en un examen final, que a quien aborde el curso, a menudo con un gran número de alumnos, empleando un conjunto de métodos activos con un sistema de evaluación continua. Esta es una cuestión clave para la aplicación de las nuevas metodologías, que no está siendo abordada, o lo está siendo tarde y con reticencias, por muchas universidades.

Como se aprecia en lo expuesto, la experiencia demuestra que un modelo educativo orientado a las competencias (formación con criterios y capacidad) de las personas y no sólo a los contenidos no es un asunto sencillo. Las dificultades se acrecientan, además, si suponen experiencias aisladas y no del conjunto de materias y de Departamentos implicados.

En todo caso, y considerando que, como tantas veces, lo importante no es la meta en sí, normalmente algo difusa, sino el camino recorrido (que se hace “al andar”, según recordaba Antonio Machado), los autores de este trabajo son partidarios de modificar poco a poco las metodologías docentes basadas esencialmente en la pizarra,

lo que los anglosajones denominan “*chalk and talk*”, introduciendo cambios metodológicos paulatinos.

Para terminar, nos gustaría citar dos trabajos. En el primero, publicado recientemente por profesores de las Universidades de Minnesota y de Stanford (32), se recogen el origen histórico, fundamentos teóricos, bases experimentales y sugerencias para el rediseño de la enseñanza en Ingeniería, para promover un aprendizaje con mayor compromiso e implicación por parte de los alumnos, destacando el aprendizaje cooperativo y basado en problemas. Aparte del trabajo en sí, incluyen un centenar de referencias que pueden ser de interés. Y como última reflexión, citamos el trabajo de Bent y Power (33), escrito hace más de treinta años y titulado “No puedes ganar” (*You can't win*) donde se cuestionaban que al intentar mejorar ciertos aspectos, con modificaciones de las metodologías educativas, en su caso para la Química Física, se pierde siempre en otros. Cualquier cambio tiene partes positivas y negativas. No obstante, concluyen de forma optimista: “... *pero siempre [como docente] puedes mejorar, e intentando mejorar, no puedes perder*”.

AGRADECIMIENTO

Se agradece a la Universidad Politécnica de Madrid por la financiación del trabajo, a través del proyecto IE08053505.

REFERENCIAS

1. P.C. Wankat, F.S. Oreovicz, *Teaching Engineering*, McGraw-Hill, New York (1993).
2. R.M. Felder, Resources in Science and Engineering Education.
<http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/> (acceso: mayo de 2009).
3. J.M. Campanario, La enseñanza de las Ciencias en preguntas y respuestas, en formato CD Rom, Ed. Universidad de Alcalá (2002). Disponible en la dirección:
<http://www2.uah.es/jmc/webens/INDEX.html> (acceso: mayo de 2009).
4. N. Sanmartí, *Didáctica de las Ciencias Experimentales en la educación secundaria obligatoria*, Ed. Síntesis Educación, Madrid (2002).
5. Secretaría General del Consejo de Coordinación Universitaria. Propuesta para la Renovación de las Metodologías Educativas en la Universidad.
<http://univ.micinn.fecyt.es/univ/jsp/plantilla.jsp?area=ccuniv&id=910> (acceso: mayo de 2009).
6. M.J. Labrador Piquer, M.A. Andreu Andrés (Editoras), *Metodologías activas*, Ed. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia (2008).
7. K.P. Anderson, *Journal of Chemical Education*, **1962**, Vol. 39, 316-318.
8. R. Pagani, *Anales de Química*, **2004**, Vol. 100 (2), 5-11.
9. C.D. Grant, B.R. Dickson, *Education of Chemical Engineers*, **2006**, Vol. 1, 23-29.
10. J. Martínez Urreaga, G. Pinto Cañón, *Reflexiones sobre los contenidos de la asignatura común de Química en los nuevos grados de distintas Ingenierías, en La*

- Química como materia básica de los Grados de Ingeniería*, Sección de Publicaciones de la ETSI Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid (2009), 29-38.
11. L. Yunqi, *The China Papers*, **2003**, Vol. July, 20-24.
 12. J. Xu, *The China Papers*, **2003**, Vol. July, 15-19.
 13. M. de Miguel Díaz (Coordinador), *Metodologías de Enseñanza y Aprendizaje para el Desarrollo de Competencias. Orientaciones para el Profesorado Universitario ante el Espacio Europeo de Educación Superior*, Alianza Editorial, Madrid (2006).
 14. I.N. Levine, *Fisicoquímica*, Ed. McGraw-Hill, New York (1983).
 15. J. Benjumea, *Ingeniería española y competencia internacional: el reto europeo*, en Actas del III Congreso Nacional de Ingeniería, 49-60, Madrid (1991).
 16. J. D. Ward, C. L. Lee, *Journal of Family and Consumer Science Education*, **2002**, Vol. 20(1), 16-26.
 17. P. Ram, *Journal of Chemical Education*, **1999**, Vol. 76, 1122.
 18. I. Demaría, M. Trapé, S. Bellú, S. Rizzotto, *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, **2003-2004**, Vol. 17, 1-6.
 19. J.A. Molina Ortiz, A. García González, A. Pedraz Marcos, M.V. Antón Nardiz, *Revista de la Red Estatal de Docencia Universitaria*, **2003**, Vol. 3 (2), 79-85.
 20. Didáctica de la Química y vida cotidiana.
<http://quim.iqi.etsii.upm.es/vidacotidiana/Inicio.htm>
 21. B. Duch, Problems: A key factor in PBL. <http://www.udel.edu/pbl/cte/spr96-phys.html> (acceso: mayo de 2009).
 22. I.M. Kinchin, *International Journal of Science Education*, **2001**, 23, 1257-1269.
 23. J.D. Novak, D.B. Gowin, *Aprendiendo a aprender*, Ed. Martínez Roca, Barcelona (1988).
 24. D.P. Ausubel, J.D. Novak, H. Hanesian, *Psicología educativa: un punto de vista cognitivo*, Ed. Trillas, México (1983).
 25. P. Pinilla, S. de Miguel, G. Pinto, *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, **2006-2007**, Vol. 22, 185-190.
 26. IHMC Cmap tools. <http://cmap.ihmc.us/conceptmap.html> (acceso: mayo de 2009).
 27. P.R. Challen, L.C. Brazdil, *The Chemical Educator*, **1996**, Vol. 1 (5), 1-13.
 28. R.M. Felder, R. Brent, *Chemical Engineering Education*, **2005**, Vol. 39, 28-29.
 29. M.T. Oliver-Hoyo, D.D. Allen, M. Anderson, *Journal of College Science Teaching*, **2004**, Vol. May/Jun, 20-24.
 30. G. Pinto, M.T. Oliver-Hoyo, J.M. Llorens, *Anales de Química*, **2009**, 105 (1), 50-56.
 31. D.W. Jonson, R.T. Jonson, E.J. Nolubec, *El aprendizaje cooperativo en el aula*, Ed. Paidós, Buenos Aires (1999).
 32. K.A. Smith, S.D. Sheppard, D.W. Johnson, R.T. Johnson, *Journal of Engineering Education*, **2005**, Vol. 94(1), 87-101.
 33. H.A. Bent, J.D. Power, *Journal of Chemical Education*, **1975**, Vol. 52, 448-450.

PROPUESTA DE METODOLOGÍA ACTIVA PARA EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA EN ESTUDIOS DE INGENIERÍA MEDIANTE CASOS PRÁCTICOS DE QUÍMICA AMBIENTAL

*Carmen Orozco Barrenetxea, Antonio Pérez Serran
y M. Nieves González Delgado*

Departamento de Química, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Burgos
qporozco@ubu.es; ngonzaalez@ubu.es

Dada la necesaria evolución que deben sufrir los procesos de enseñanza-aprendizaje, en este trabajo se plantea una actividad docente diseñada para fomentar el estudio de la Química considerando algunos de los principios que rigen el aprendizaje cooperativo, utilizando metodologías activas basadas en la resolución de problemas reales.

1. INTRODUCCIÓN

La convergencia hacia un Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) implica una evolución de los modelos tradicionales de enseñanza, que se sustentan en un elevado grado en las clases magistrales impartidas por el profesor, hacia modelos centrados en el aprendizaje del alumnado en los que éste tendrá que asumir mayor responsabilidad, autonomía y compromiso (1).

De las diferentes técnicas y estrategias de enseñanza-aprendizaje, las basadas en metodologías activas (2) se centran en el estudiante como protagonista y, en ellas, resultan importantes tanto la adquisición de conocimientos como el desarrollo de habilidades y actitudes. Estas metodologías responden a las expectativas de favorecer el aprendizaje activo del estudiante, enseñarle a aprender, fomentar el trabajo en equipo e integrar la teoría y la práctica cotidiana (3).

Al contrario de la enseñanza tradicional, con estos métodos primero se presenta el problema, se identifican las necesidades de aprendizaje, se busca la información necesaria y, finalmente, se vuelve al problema (4). Son procedimientos motivadores para el alumnado porque las situaciones que se plantean son reales y se pueden encontrar con problemas similares durante el desarrollo de su labor profesional. Además, aumentan la aptitud para el autoaprendizaje y la capacidad crítica para analizar la información que les ofrece la búsqueda correspondiente (5).

El trabajo que se llevó a cabo perseguía alcanzar los siguientes objetivos generales:

- Que el alumnado adquiriera conocimientos de Química a través de un problema real, relacionado con la Química Ambiental, una rama fundamental dentro de la Ingeniería y el Desarrollo Sostenible.
- Acercar la materia objeto de estudio a la realidad social y profesional en que se desarrolla la vida del alumnado, e intentar interrelacionar los conocimientos

que adquiere en otras materias que constituyen su currículo formativo: Química, Ingeniería Ambiental, Física, Materiales, Legislación, etc.

- Plantear problemas sin solución única para fomentar el debate crítico sobre las opciones disponibles y analizar la toma de decisiones apropiadas.
- Comparar este método de enseñanza-aprendizaje con el método tradicional y estimar el grado de aceptación de nuevas metodologías por parte del alumnado.
- Valorar la utilidad de estas metodologías para la consecución de un aprendizaje significativo de la asignatura.
- Promover el desarrollo de capacidades transversales para su propio currículo tales como trabajo en grupo, exposición oral y escrita, recopilación y análisis de información, etc.

En cuanto al aprendizaje concreto de los aspectos químicos que se incorporarán en el proceso de enseñanza-aprendizaje, al abordar la resolución del problema propuesto, podemos señalar:

- Conocer la naturaleza de las sustancias presentes en un agua natural y su relación con los parámetros indicadores de calidad utilizados para cuantificarlas.
- Conocer la naturaleza y propiedades de los diferentes tipos de sistemas dispersos.
- Conocer y utilizar los principios de los cálculos estequiométricos aplicados a equilibrios de oxidación-reducción.
- Determinar las consecuencias derivadas de la utilización de diferentes agentes oxidantes y valorar y cuantificar posibles problemas derivados de su uso.
- Profundizar en la importancia del desplazamiento de los equilibrios químicos y los factores que intervienen en relación con el carácter agresivo o incrustante de las aguas, los parámetros utilizados para su clasificación y las distintas posibilidades de actuación.
- Comprender los principios de la corrosión electroquímica de metales, las ventajas y desventajas del uso de diferentes materiales en relación con las tuberías de conducción del agua.
- Adquirir conciencia de la necesidad de aplicar un enfoque de sostenibilidad al estudio de la Química y de cualquiera de las materias estudiadas

2. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Considerando los objetivos indicados, se planteó un problema, con un enunciado ceñido a una posible realidad profesional, y en torno a él se enumeraron diversas cuestiones a las cuales debía tratar de dar respuesta el estudiante. Las cuestiones se plantearon de forma tal que su resolución podía ir abordándose a medida que el alumno avanzara en el programa de la asignatura. Para superar con éxito el reto planteado, se estableció una sistemática de análisis y forma de trabajo que podría resumirse en los siguientes puntos:

- Se solicitaron voluntarios para participar en la actividad. Debido al elevado número de alumnos por grupo de clase, no era posible la inclusión de todos los estudiantes. Los alumnos participantes debían de cumplir la condición de no haber cursado con anterioridad esta asignatura.
- Se indicó claramente que la participación en la experiencia docente sólo podría servir para incrementar la calificación en la asignatura una vez superada la misma con iguales pautas a las exigidas al resto del alumnado. El posible incremento sería igual para todos los integrantes de cada grupo de trabajo.
- Se formaron nueve grupos de trabajo de cinco personas.
- A principio de curso se realizó una reunión explicativa con los alumnos; en ella se especificaron las fases de resolución, el calendario secuencial y se detallaron los conocimientos, habilidades, competencias y aptitudes a lograr.
- Se desarrolló el programa de la asignatura en clases presenciales y actividades prácticas de la forma habitual con la totalidad del alumnado.
- Mensualmente se mantuvieron reuniones de trabajo con cada grupo para evaluar el progreso en la resolución del problema y la consecución de los objetivos planteados.
- Se realizó una reunión final conjunta con todos los participantes en la experiencia docente. En ella, cada grupo entregó la versión final del trabajo realizado y expuso públicamente sus resultados y propuestas finales.
- Se evaluó la actividad, analizando el funcionamiento de los grupos, el interés del problema propuesto y el aprendizaje logrado en la materia correspondiente. También se analizó el grado de satisfacción del alumnado con la experiencia realizada.

2.1. Enunciado del problema

El problema que cada grupo de estudiantes debía resolver respondía al siguiente planteamiento:

Una población de una determinada región de la UE pretende implantar, con el menor impacto ambiental posible, un proceso de potabilización que permita la utilización del agua en consumo doméstico, garantizando su calidad. Los valores de algunos parámetros indicadores de calidad del agua de partida son:

- ✓ *Sólidos en Suspensión: 50 mg/L*
- ✓ *Turbidez: 8 UNF*
- ✓ *Residuo seco a 105°C: 1000 mg/L*
- ✓ *Residuo seco a 525°C: 600 mg/L*
- ✓ *Conductividad: 1300 μ S/cm*
- ✓ *pH: 6*
- ✓ *Demanda Biológica de Oxígeno en 5 días (DBO₅) : 12 mg O₂/L*
- ✓ *Demanda Química de Oxígeno (DQO) (Oxidabilidad): 30 mg O₂/L*

- ✓ Dureza: 450 mg CaCO₃/L
- ✓ Mn(II): 0,2 mg/L
- ✓ Alcalinidad: 280 mg CaCO₃/L
- ✓ Bacterias coliformes totales: 20000 UFC en 100 mL
- ✓ Escherichia Coli: presentes en 1000 mL

Tenga en cuenta la legislación española en vigor (común a la Unión Europea) que establece que el agua suministrada a la población debe tener para los parámetros indicados unos valores máximos. Analice los, conteste a las preguntas que se hacen y, finalmente, proponga el proceso de potabilización a implantar

2.2. Preguntas a responder

- a. ¿Sabe lo que significa alguno de estos parámetros y por qué se miden en las unidades indicadas?
- b. Los sólidos en suspensión ¿podrán eliminarse del agua por filtración?, ¿por qué?, ¿qué propiedades tiene este tipo de sistema disperso?
- c. ¿En qué tipo de sistema disperso se encuentran las sustancias que ocasionan la turbidez del agua?
- d. La eliminación de la turbidez del agua ¿puede alterar la composición del agua tratada en algún otro sentido?
- e. ¿En qué tipo de sistema disperso se encuentran las sustancias que ocasionan el Residuo Seco a 105°C?
- f. ¿A qué se deben los diferentes valores entre el Residuo Seco a 105°C y el Residuo Seco a 525°C? ¿Qué conclusión saca de esta diferencia acerca de la naturaleza de las sustancias presentes en el agua?
- g. El valor de la conductividad del agua indica la presencia ¿de qué tipo de sustancias? ¿Con qué otros parámetros de los mencionados se le ocurre relacionar la conductividad del agua?
- h. La eliminación del Mn(II) disuelto no puede hacerse por precipitación a Mn(OH)₂ en medio básico, ¿por qué?
- i. Si la eliminación de Mn(II) se hace por oxidación hasta MnO₂ con KMnO₄ en medio básico ¿puede ajustar la reacción que tiene lugar?
- j. Analizando la estequiometría de la ecuación anterior ¿qué problema originará la eliminación de Mn(II) por oxidación con KMnO₄? Cuantifíquelo
- k. ¿Se le ocurre alguna alternativa? ¿cuál? Discuta sus posibles ventajas y desventajas
- l. Si para construir la red de distribución de agua desde la planta potabilizadora a la ciudad se utilizan tuberías de hormigón ¿qué características del agua son importantes para que las tuberías no se vean alteradas? ¿por qué?
- m. El valor inicial del pH del agua ¿le parece adecuado?, ¿qué tipo de problemas considera que puede ocasionar?, ¿qué haría para aumentarlo? ¿A 20°C, el agua será agresiva, incrustante o estable?

- n. Y para la construcción de las tuberías internas del edificio ¿escogería acero galvanizado o material plástico? Discuta las ventajas e inconvenientes de cada opción
- o. ¿Qué materiales poliméricos sirven como base a los plásticos utilizados en construcción de tuberías? Indique sus características
- p. ¿Qué problemas puede plantear un valor elevado de la dureza del agua?
- q. ¿Conoce algún método para reducir la dureza? Señale las ventajas e inconvenientes de esos métodos.
- r. Considerando los valores de DBO₅ y DQO del agua, ¿qué opina acerca de la naturaleza biodegradable o no de la materia orgánica que contiene?
- s. ¿Cómo influye el estado físico de las sustancias orgánicas en el método a emplear para reducir la DBO y DQO del agua?
- t. ¿Cómo podría rebajar la DBO₅? ¿y la DQO? Indique un método sólo para la DBO₅ y otro que sirva para los dos parámetros
- u. La presencia de algunos microorganismos en el agua ¿qué problemas puede ocasionar?, ¿cómo se pueden eliminar?
- v. ¿Sabe si la desinfección de las aguas puede plantear algunos problemas?, ¿cuáles?, ¿qué soluciones pueden plantearse?

2.3. Fases de resolución:

Es preciso acompañar las respuestas a las preguntas planteadas al desarrollo de la asignatura. En este sentido, se fijaron las etapas de trabajo y se planificaron las preguntas que se esperaba pudieran responder en función del ritmo de avance en el programa de la asignatura en las clases presenciales y prácticas de laboratorio.

- Fase 1ª: los estudiantes leyeron todas las cuestiones y fueron muy pocas las respuestas que pudieron dar.
- Fase 2ª: se habían abordado ya conceptos referentes a sistemas dispersos y tipos de sólidos, por lo que resultaba posible responder a varios de los parámetros recogidos en la pregunta *a* y a las preguntas *b* a *g*.
- Fase 3ª: después de estudiar las lecciones referentes a corrosión y polímeros, era posible responder las preguntas *h* a *o*.
- Fase 4ª: una vez finalizado el programa, el alumnado debía encontrarse en situación de poder responder a la totalidad de las preguntas.
- Fase 5ª: entrega del informe final y defensa del sistema de potabilización propuesto por cada grupo. Debate conjunto de las propuestas de los diferentes grupos.

3. RESULTADOS

En cada reunión de trabajo se valoraron los siguientes aspectos de cada grupo:

- Asistencia
- Actitud

- Funcionamiento del grupo
- Participación
- Conocimiento individual
- Valoración de las respuestas a las preguntas planteadas y análisis de las posibles mejoras introducidas en la resolución de las preguntas abordadas en sesiones anteriores.

De forma general, puede afirmarse que la asistencia fue elevada y la actitud de la mayor parte de los integrantes positiva. Sin embargo, se detectó que, en algunos grupos, había personas con un grado de participación bajo lo que supuso un conflicto con el resto de miembros, dado que todos iban a obtener la misma calificación.

La experiencia se evaluó mediante la realización de la encuesta que a continuación se recoge.

*Indique el grado de acuerdo con las siguientes afirmaciones.
(1 nada, 2 poco, 3 medio, 4 bastante, 5 mucho)*

| <i>EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD</i> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| <i>Aspectos generales</i> | | | | | |
| 1. Me ha parecido un buen método de aprendizaje | | | | | |
| 2. Me ha gustado esta metodología | | | | | |
| 3. Esta metodología me ha supuesto un esfuerzo importante | | | | | |
| 4. He podido aplicar los conocimientos aprendidos en otras asignaturas | | | | | |
| 5. Creo que es muy importante aprender a trabajar en grupo | | | | | |
| 6. He aprendido a trabajar en equipo | | | | | |
| 7. Creo que es muy importante resolver problemas reales sin solución única | | | | | |
| 8. He completado la información teórica en función de las necesidades detectadas | | | | | |
| <i>Comparación con el método tradicional</i> | | | | | |
| 1. Me ha parecido un método de aprendizaje mejor que el tradicional | | | | | |
| 2. Esta metodología exige más trabajo que la tradicional | | | | | |
| 3. Los conceptos que he aprendido los recuerdo mejor que los aprendidos de forma convencional | | | | | |
| 4. Los conocimientos adquiridos por este método son más aplicables en el futuro profesional | | | | | |
| 5. Esta metodología me ha gustado más que la tradicional | | | | | |

Los resultados obtenidos se recogen en las Figuras 1 y 2.

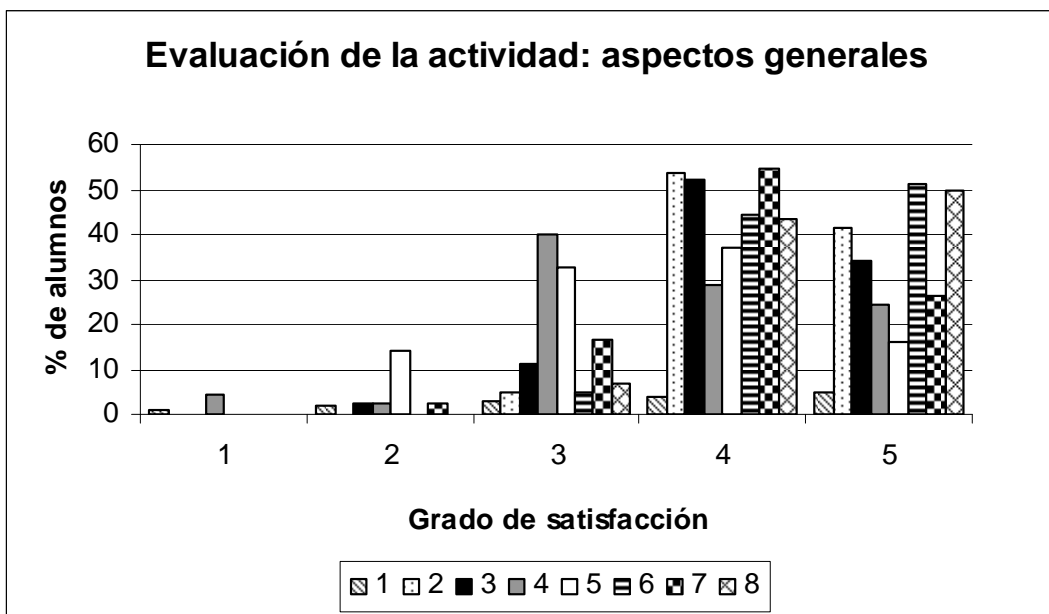


Figura 1. Evaluación de la actividad: Aspectos generales.

Del análisis de las respuestas dadas por los alumnos, se deduce que:

- El 95% de los alumnos opina que es un buen método de aprendizaje y al 86% le ha gustado el tipo de metodología utilizada.
- Al 53% del alumnado la realización de la actividad le ha supuesto un importante esfuerzo, mientras que un 40% admite que el esfuerzo es medio, y tan sólo un 7% indica que no le ha supuesto un trabajo adicional.
- También es un 53% del alumnado el que opina que el trabajo le ha permitido aplicar conocimientos adquiridos en otras asignaturas. Tan sólo un 14% afirma que son pocos los conocimientos adicionales que ha debido aplicar.
- Un 95% de los estudiantes opinan que es importante aprender a trabajar en grupo, y un 85% manifiesta que este método le ha servido para lograrlo.
- También es muy elevado, 93%, el número de estudiantes que considera importante aprender a resolver problemas reales sin solución única. De hecho, la discusión conjunta de las propuestas presentadas por cada grupo resultó muy enriquecedora.
- El método ha servido también para estimular al 76% de los alumnos a utilizar fuentes de información complementarias frente a tan sólo 2,8% que indica haberlo hecho en muy poco grado.

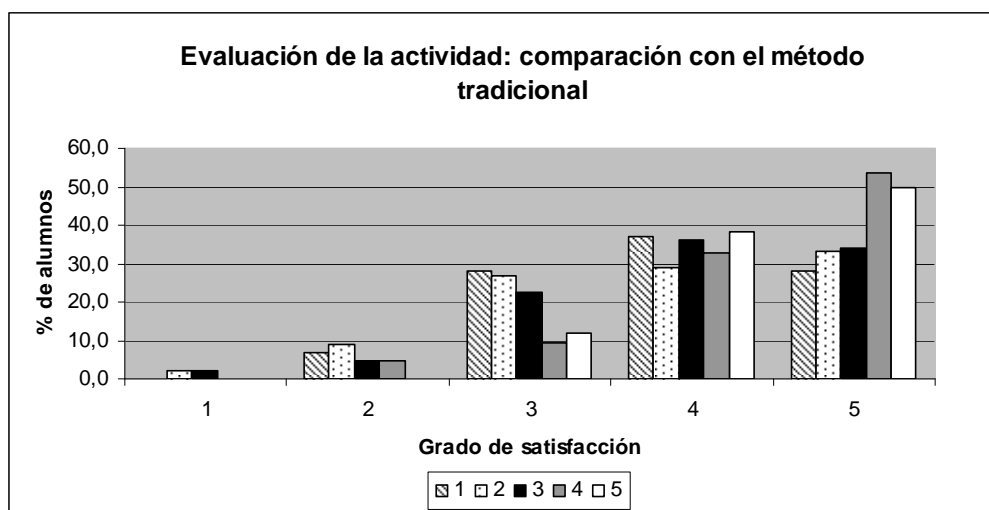


Figura 2. Evaluación de la actividad: comparación con el método tradicional.

En este caso, el análisis de datos indica que:

- Sólo un 7% del alumnado considera que este método de aprendizaje no es mejor que el tradicional, mientras que el 68% lo considera mejor o mucho mejor. Además, el 70% afirma que le gusta más esta metodología, frente a un escaso 7% que indica lo contrario. Es preciso reconocer que los estudiantes afirman que este método les ha supuesto la realización de un esfuerzo superior al habitual, aseveración que hacen el 62% de los estudiantes, mientras que sólo un 11% indica lo contrario.
- Merece destacarse el hecho de que un 86% de los participantes en la experiencia afirman que los conceptos aprendidos los recuerdan mejor que los adquiridos de forma convencional, lo cual explicaría en parte los índices más elevados de éxito en la asignatura obtenidos por los participantes en el ensayo.
- Por último, los estudiantes, en un porcentaje superior al 88% consideran que lo que han aprendido les será útil en su futuro profesional, con lo que el trabajo ha contribuido de forma importante a conseguir uno de los objetivos que nos planteábamos y que consideramos esencial en la enseñanza de la Química, el acercamiento de los contenidos de la asignatura a la realidad profesional y social del alumnado.

También se realizó un autoanálisis de funcionamiento del grupo, mediante el cuestionario que se indica a continuación, y al que los alumnos respondieron de forma individual y anónima:

1. Indique el nº de componentes del grupo que han asistido a las reuniones:
2. Indique el nº de componentes del grupo que han respetado el horario de trabajo:

3. ¿Todos los miembros del grupo han mostrado respeto por los demás prestando atención cuando se hablaba y exponía una opinión?:
4. ¿En cada sesión se ha discutido y acordado el plan de trabajo a seguir?:
5. Indique si ha habido algún miembro que haya actuado como moderador y organizador:
6. En caso afirmativo, ¿ha sido siempre el mismo?:
7. En cada sesión de trabajo, ¿se han discutido conjuntamente las dificultades encontradas y el planteamiento de cada tema de estudio?:
8. La distribución del trabajo que no podía terminarse en las sesiones conjuntas, ¿se ha hecho de forma equitativa y por consenso?:
9. ¿Cada miembro del grupo ha explicado suficientemente a los demás el resultado de su trabajo independiente?:
10. ¿Todos los miembros han participado activamente en las actividades del grupo?:
11. Indique tres aspectos positivos de la actividad realizada:
12. Señale, al menos, dos posibles mejoras para el funcionamiento del grupo:
13. Identifique un aspecto a mejorar en relación a tu contribución en el grupo:
14. Valore en una escala de 0 a 10 el funcionamiento de cada uno de los componentes del grupo (opiniones individuales anónimas):
1: 2: 3: 4: Tu:
15. Otros comentarios adicionales.

De la información extraída de las respuestas dadas a este cuestionario, podemos destacar que:

Como aspectos positivos señalan:

- haber conseguido una mejor fijación de conocimientos teóricos
- una mayor proximidad con los docentes
- un importante grado de cooperación con los compañeros
- haber mejorado en los métodos de búsqueda de información.

Como mejoras a introducir, proponen:

- calificar de forma individual a cada uno de los componentes del grupo, para incrementar su compromiso
- nombrar un coordinador del grupo, el haber permitido que se organizaran de forma autónoma, supuso que en algunos casos no lo designaran
- disponer de más tiempo
- disponer de lugares de reunión en la universidad

Como aspecto negativo de la experiencia, únicamente señalaron que en ciertos grupos se detecta la falta de colaboración de alguno de los integrantes, hecho que el resto de compañeros hace notar calificando con nota más baja el trabajo de dicha persona

4. CONCLUSIONES

Algunas conclusiones que se pueden derivar de la realización de la experiencia de enseñanza-aprendizaje llevada a cabo son:

- Se adquieren muchos conocimientos químicos conectados con el programa que se desarrolla en la asignatura, a la vez que se resuelve un problema real, lo que permite incrementar la motivación hacia el estudio de la Química.
- Se establece una conexión clara entre los conocimientos adquiridos y su aplicación en un campo profesional propio de la Ingeniería como es el tratamiento de aguas.
- Se induce a la discusión, la reflexión, el análisis crítico y la toma de decisiones.
- Se fomentan de forma importante habilidades de trabajo en grupo.
- Se impulsan actividades de búsqueda y análisis crítico de información.
- Se evidencia la necesidad del trabajo interdisciplinar y colaborativo.
- El problema planteado ha permitido establecer una amplia discusión sobre la sostenibilidad de los usos del agua, lo que implica una aportación importante en relación a la profesión de Ingeniero y un Desarrollo Sostenible de la sociedad.
- El porcentaje de alumnos participantes en la experiencia que superaron la asignatura es superior al del resto del alumnado.

REFERENCIAS

1. ANECA, *Libro Blanco Título de Grado en Ingeniería Civil*, Coordinación ETS de ICCP, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid (2004).
2. Woods D.R., *Problem-based learning: how to gain the most from PBL.*, Hamilton, Ontario, Donald R. Woods Publisher, Canada (1994).
3. Molina, J.A., García, A., Pedraz, A., Antón, M.V., *Revista de la Red Estatal de Docencia Universitaria*, **2003**, Vol. 3, nº 2, 79-85.
4. Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo. Vicerrectoría Académica, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, *El Aprendizaje Basado en Problemas como Técnica Didáctica*, http://www.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/abp/abpinge.htm (acceso, Abril 2009).
5. Prieto C., *Actas de las II Jornadas de Innovación Educativa de la EPS de Zamora*, (Zamora, Junio 2007), Editorial Universidad de Salamanca, **2007**, 629-633, ISBN 978-84-7800-369-3.
6. Caballero B.M., Orozco C., Pérez A., González M.N., Ramos V., Martín J.M., *Actas IV Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación*, **2006**, Vol. I, doc. 639.

EL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS COMO ESTRATEGIA PARA LA RENOVACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO. UN EJEMPLO BASADO EN LA RECUPERACIÓN DE LA CERA A PARTIR DE LOS RESIDUOS DE LA ACTIVIDAD APÍCOLA

Juan Antonio Llorens Molina e Isidora Sanz Berzosa

Grupo de Innovación Educativa IEMA, Universidad Politécnica de Valencia;
juallom2@qim.upv.es, isanz@qim.upv.es

El Aprendizaje Basado en Problemas puede ser útil como estrategia de cambio metodológico en ambientes de aprendizaje convencionales. En esta comunicación se describe un ejemplo de integración de las prácticas de laboratorio en actividades fundamentadas en el ABP durante un curso de química orgánica. El trabajo llevado a cabo por los estudiantes muestra cómo esta metodología favorece la adquisición de competencias relacionadas con la autonomía y el desarrollo del trabajo cooperativo, promoviendo las relaciones Ciencia-Técnica-Sociedad, dentro del perfil profesional de la titulación.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. El Aprendizaje Basado en Problemas. Modelo didáctico aplicado

El aprendizaje basado en problemas (ABP) es actualmente una metodología ampliamente extendida a numerosos campos de conocimiento (1). Como estrategia curricular institucional, el ABP puede ser adoptado como eje vertebrador de todo el proceso de aprendizaje, o bien servir como principio orientador para la transformación de actividades convencionales como los clásicos ejercicios, problemas o trabajos de laboratorio en actividades de mayor riqueza y exigencia cognitiva, más útiles para el desarrollo de competencias de carácter metodológico y comunicativo. De este modo, su aplicación como instrumento para la introducción de metodologías activas ha sido objeto de numerosas investigaciones (2-6). En los últimos años es notoria también la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación a este tipo de tareas mediante la utilización de recursos como las *webquests* y las herramientas de trabajo colaborativo *online* (7).

Esencialmente, el ABP pretende integrar a los estudiantes en el contexto de un problema o proyecto, lo más vinculado posible a la realidad social o profesional, de manera que deba planificar, mediante un trabajo cooperativo y bajo la supervisión del profesorado, un proceso de resolución que implica, partiendo de la propuesta de Northwood y col. (3), las siguientes etapas:

1. Exploración y análisis del problema. Generación de hipótesis
2. Identificación de aquellos conocimientos necesarios para abordar los diferentes aspectos del problema y selección de las fuentes de información pertinentes.

3. Búsqueda de información y estudio independiente del tema. Integración de las actividades académicas convencionales.
4. Análisis crítico y discusión en grupo sobre los conocimientos adquiridos.
5. Aplicación de los conocimientos a la resolución del problema.
6. Reflexión sobre el proceso y realimentación.

Desde un punto de vista teórico, en el ABP pueden reconocerse profundos vínculos con algunas de las tendencias actuales más relevantes de la psicología del aprendizaje. Así, desde el punto de vista cognitivo, el papel del conocimiento previo es considerado esencial ya que determina decisivamente el volumen y la naturaleza del conocimiento que los estudiantes van integrando en su proceso de aprendizaje. Este conocimiento previo va siendo continuamente activado y condicionado a medida que se avanza en el análisis y resolución del problema. De este modo, el aprendizaje puede contemplarse como la construcción de un entramado conceptual progresivamente más rico y complejo, que exige la incorporación de nuevas herramientas metodológicas, así como el desarrollo de actitudes y valores que le proporcionen sentido desde una perspectiva educativa más amplia.

El ABP también puede considerarse una concreción de la orientación socioconstructivista del aprendizaje (8,9). En efecto, el alumnado asume responsabilidades en la identificación de aquello que necesita aprender y en la búsqueda de estrategias para obtener y aplicar los conocimientos. Además, este proceso tiene lugar en el marco de la interacción social con sus iguales y con el profesor, cuyo papel va aproximándose progresivamente al de facilitador y creador del contexto adecuado para el aprendizaje autónomo de sus alumnos.

El aprendizaje basado en problemas también constituye un recurso metodológico idóneo para implicar al alumnado en tareas relacionadas con los procesos característicos de la actividad científica. El hecho de que este tipo de actividades posea generalmente un importante grado de apertura, sin dar lugar necesariamente a una solución unívoca, las aproxima notablemente al modo en que se produce realmente el trabajo científico. En este sentido, la metáfora del investigador novel como representación de una concepción del aprendizaje coherente con los métodos de la ciencia (10) puede encontrar en el ABP un marco privilegiado para su puesta en práctica.

Desde el punto de vista de la organización del aprendizaje, la resolución del problema integra trabajo personal, cooperativo y diferentes tareas de evaluación. Ésta, concebida como instrumento para la mejora del aprendizaje, no se limita, consecuentemente, a una medida cuantitativa de los logros de los estudiantes, sino que está referida al proceso de resolución en sí mismo y al conjunto de factores que lo condicionan: recursos didácticos, organización de las tareas, etc. Ello trae consigo la puesta en juego de diferentes instrumentos de evaluación: portafolios individual del estudiante, diario del profesor, cuestionarios de opinión sobre el desarrollo de la asignatura, parrillas para la evaluación y coevaluación de la presentación oral de los informes, etc.

La secuencia de actividades en la resolución de cada problema queda pues expresada en la figura 1.

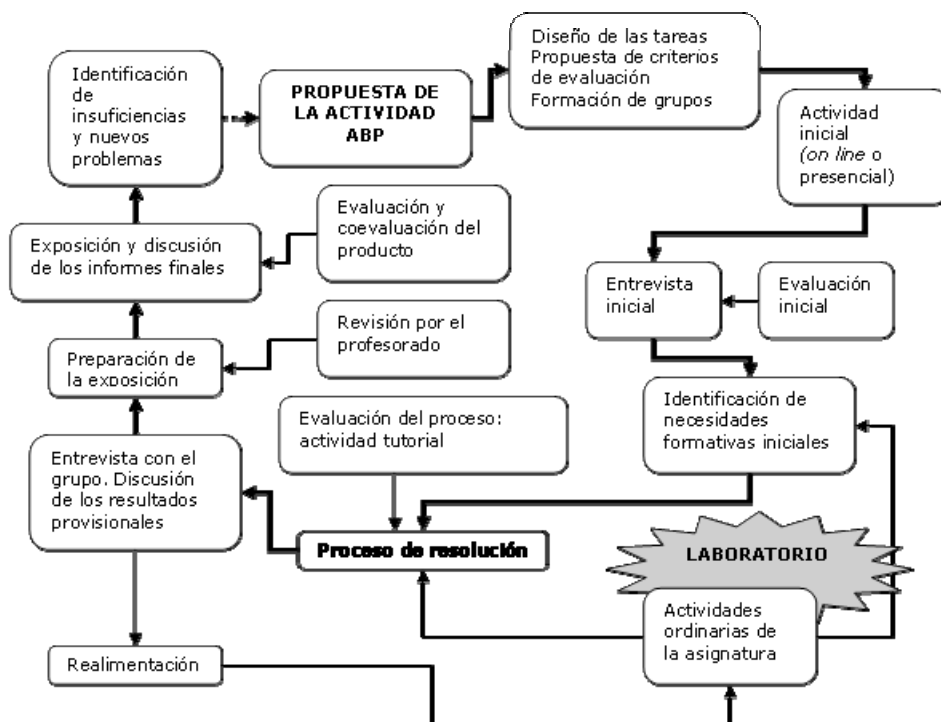


Figura 1. Secuencia de actividades en el modelo de Aprendizaje Basado en Problemas aplicado.

1.2. Un escenario para el problema planteado: la producción de cera de abejas

El ejemplo descrito en esta comunicación trata acerca de un problema real sugerido por una empresa apícola con la que se estableció relación a través de compañeros de otra unidad docente de nuestra Escuela. La cuestión planteada fue la determinación de la proporción de cera en los residuos de su proceso de obtención a partir de los cuadros viejos, como paso previo para valorar la posible rentabilidad de su recuperación. Esta situación puede ser un buen ejemplo de cómo la colaboración interdisciplinar en el marco de un centro docente puede ser fuente de proyectos interesantes desde el punto de vista didáctico. Este problema, planteado inicialmente como una consulta profesional en el campo de la química; por su relativa sencillez y relación con los contenidos del curso, sirvió de fundamento para el diseño de una actividad fundamentada en el Aprendizaje Basado en Problemas.

Se describen brevemente a continuación las principales características de la cera de abejas, así como aquellos aspectos del proceso de obtención, relevantes con

respecto a la experiencia realizada (11-14). El diagrama de la figura 2 muestra el proceso global del que forma parte el problema planteado.

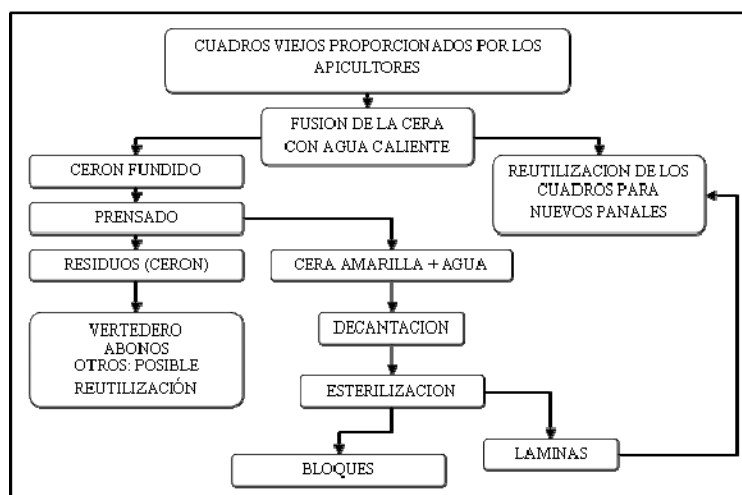
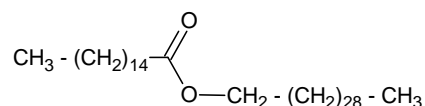


Figura 2. Obtención de la cera de abejas a partir de los cuadros viejos.

La cera de abejas puede ser de dos tipos, la procedente de los opérculos (capa que sella las celdas del panal), que se obtiene tras el corte previo a la extracción de la miel, y la llamada cera de panal, obtenida a partir de los cuadros una vez retirada la miel. Esta cera, que puede llegar a tener hasta un 50 % de impurezas, es a la que nos referimos en este trabajo, pues es la que genera los residuos susceptibles de tratamiento.

La cera de abejas está constituida en un porcentaje elevado por palmitato de miricilo:



y otros ésteres como estearato de miricilo, así como otras sustancias en menor proporción como hidrocarburos, ácidos grasos libres, etc. Su temperatura de fusión puede variar entre 62 y 65°C, aproximadamente, y su densidad entre 0,939 a 0,987 g/cm³. Es insoluble en agua y etanol frío, parcialmente soluble en etanol caliente, éter, cloroformo, benceno y, en general, en disolventes apolares. Su color típicamente amarillento puede eliminarse mediante tratamiento con carbón vegetal o agentes oxidantes (13). Sus principales aplicaciones corresponden a la industria cosmética, a la fabricación de velas litúrgicas y a la propia apicultura, para la obtención de nuevos panales. Otros usos se refieren también a tratamiento de la madera, cremas de calzado, etc.

Una vez separada la miel por centrifugación, los cuadros conteniendo los restos de los panales (figura 3) son tratados con agua caliente para la fusión de la cera. Tras el

prensado de este producto se obtiene los residuos (sobre los que se plantea el problema) – figura 4- mientras que la cera puede conformarse en bloques (figura 5) o procesarse en láminas para ser suministrada a los apicultores y ser empleada en los nuevos panales (figuras 6 y 7)



Figura 3. Cuadros viejos, de los que se recupera la cera.



Figura 4 (derecha). Residuo de la obtención de la cera. Su mayor o menor contenido en restos de cera puede hacer que sea o no rentable su recuperación.

2. OBJETIVOS

El objetivo fundamental de esta experiencia ha sido la integración del programa habitual de prácticas de la asignatura, centrado en la introducción de técnicas básicas de laboratorio, en el marco de situaciones problemáticas abiertas que favorezcan el desarrollo de las competencias a:

1. La planificación y organización de tareas diversas y de cierta complejidad, en un contexto de trabajo cooperativo.
2. La búsqueda y selección de la información, tanto de carácter teórico como práctico, de modo que la adquisición de habilidades y métodos experimentales surja como una necesidad en el proceso de resolución del problema.
3. El desarrollo de conductas autónomas en los estudiantes, tanto referidas al desempeño de las tareas de laboratorio, como a la potenciación de su actividad metacognitiva, de modo que ante cualquier dificultad sean capaces, de poner en juego

los conocimientos necesarios para superarla, accediendo a las fuentes de información adecuadas. (16)



De izquierda a derecha: Figura 5. Bloques de cera aptos para su comercialización. Figura 6. Elaboración de láminas de cera para su distribución entre los apicultores y la preparación de nuevos panales. Figura 7. Nuevos marcos, con las láminas de cera, para crear nuevos panales.

3. CONTEXTO. BREVE DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA GLOBAL EN QUE SE DESARROLLA EL EJEMPLO EXPUESTO

La experiencia ha sido llevada a cabo a lo largo de un cuatrimestre por dos grupos de trabajo de tres estudiantes cada uno. El problema descrito ha formado parte de un conjunto de actividades de enfoque análogo, realizadas de modo cooperativo y de manera voluntaria por un total de 12 grupos de trabajo, pertenecientes al primer curso de la titulación: Explotaciones Agropecuarias, en la asignatura Fundamentos Químicos de la Ingeniería. Es importante indicar que, pese al carácter voluntario de la actividad, la implicación fue prácticamente general en cuanto al alumnado que participó habitualmente en las actividades del curso. Desde el punto de vista de la evaluación sumativa, la calificación asignada a esta actividad representó el 30 % de la nota del curso, siempre que la del resto de actividades de evaluación: exámenes, portafolios y ejercicios de autoevaluación sea superior a 4. La tabla 1 muestra de manera más detallada los criterios aplicados.

Tabla 1. La evaluación sumativa. Calificación de la actividad.

| Producto (presentación oral y debate) | | | | | |
|--|--|--|--|-------------------------------------|-------|
| Coevaluación | Valoración por el profesorado | | | | Total |
| Interés Aspectos formales Claridad | Adecuación a las normas y convenciones: expresión de magnitudes y unidades | Fundamentación teórica. Corrección conceptual | Calidad de las fuentes de información utilizadas | Proceso Autonomía y creatividad (*) | |
| 10 | 3 | 4 | 3 | 10 | 30 |

(*) Evaluable a partir del cuaderno del profesor

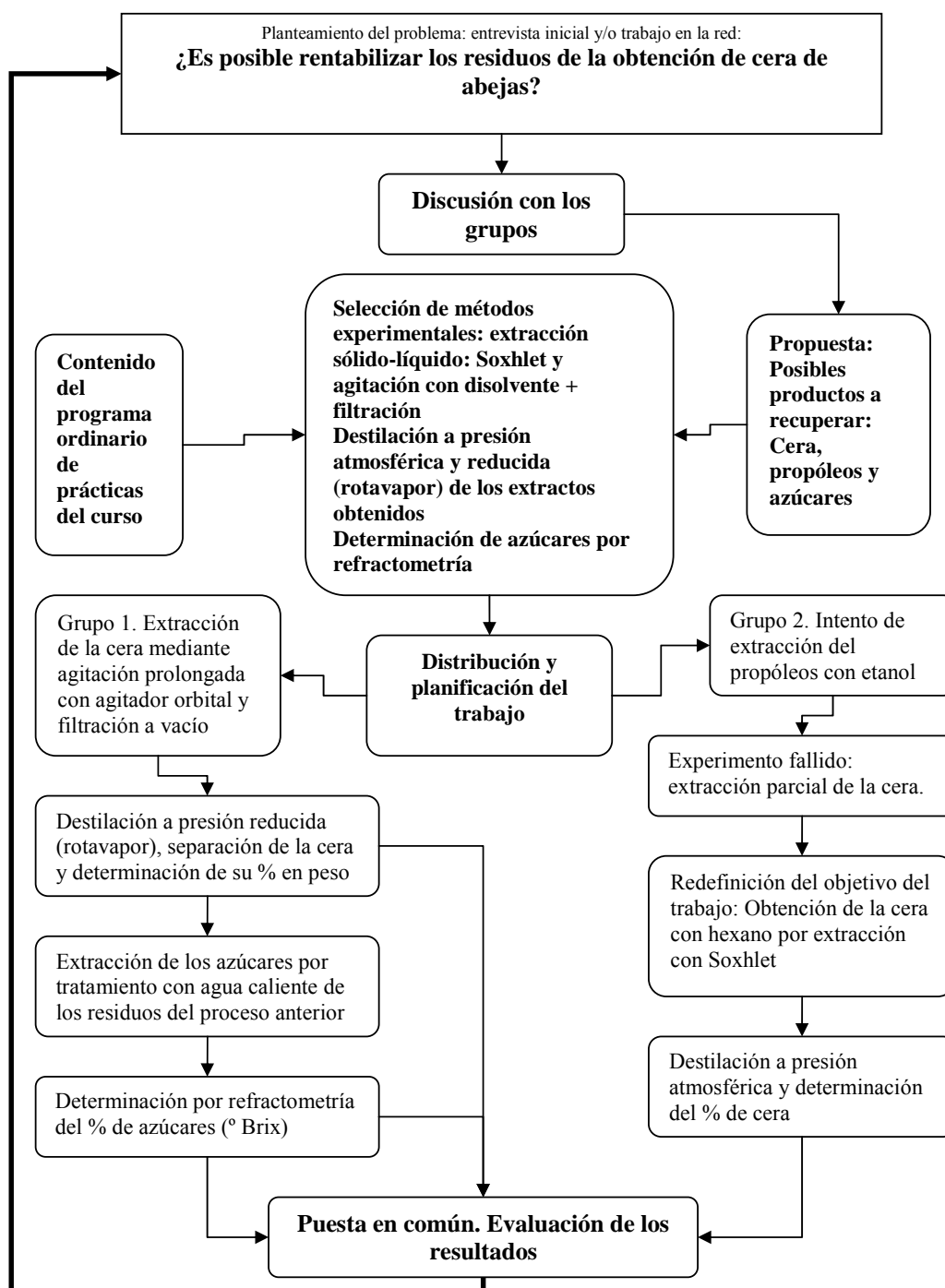


Figura 8. Desarrollo del problema por los grupos.

El desarrollo del programa de prácticas de laboratorio ha tenido lugar paralelamente al del problema, de modo que una adecuada coordinación de ambos permitiera que los conocimientos y técnicas adquiridos en el laboratorio respondiesen a las necesidades de aprendizaje identificadas por los propios estudiantes en el análisis inicial del problema.

4. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

El diagrama de la figura 8 describe el proceso de resolución llevado a cabo por los dos grupos implicados. Frente al problema planteado, el reto de ambos grupos fue proponer un método lo más selectivo posible para separar la cera de los residuos. Ello les exigió obtener información acerca de la composición de los mismos, para evaluar así sus posibles diferencias de solubilidad en disolventes de distinta polaridad.

Las dos alternativas propuestas fueron la extracción en una sola etapa, con hexano, mediante agitación durante 1 hora con un agitador orbital (figuras 9 y 10), y la extracción durante un tiempo similar, también con hexano, empleando un equipo soxhlet (figura 11)

La comparación entre métodos alternativos ha sido un elemento importante en el proyecto, ya que ello suscitó posteriormente una interesante discusión a partir de los resultados. Cabe destacar el carácter abierto de este tipo de enfoque, que se manifiesta, por ejemplo, en el resultado fallido de la propuesta inicial del grupo 2 y la redefinición consiguiente de los objetivos del proyecto de resolución. En efecto, el intento de aislar el propóleo partiendo de la información obtenido acerca de su solubilidad en etanol fracasó, al extraerse también parcialmente la cera.



De izquierda a derecha: Figuras 9 y 10. Extracción en una etapa por agitación con hexano en un agitador orbital filtrado a vacío para obtener la disolución de cera. Figura 11. Extracción con equipo soxhlet

5. CONCLUSIONES

En primer lugar, esta actividad ha favorecido la integración de diferentes técnicas experimentales en el marco de la vida real y de problemas relacionados con las competencias propias de su titulación. Concretamente, las técnicas puestas en juego han sido:

- Extracción sólido-líquido. Empleo del equipo Soxhlet.
- Manejo del agitador orbital
- Filtración a vacío
- Destilación a presión atmosférica y reducida (rotavapor)
- Refractometría.

Asimismo, la comparación de resultados entre métodos alternativos constituyó uno de los elementos más interesantes del trabajo. Los resultados obtenidos (2,3 % con la extracción en una sola etapa y 9,0 % con soxhlet) permitieron valorar la utilidad de este último método y justificar la mayor eficacia de la extracción.

En segundo lugar, el desarrollo de competencias tales como la identificación de necesidades de aprendizaje, la búsqueda y selección de la información, la elaboración autónoma de un protocolo experimental, etc., han permitido al alumnado establecer relaciones significativas entre el trabajo experimental y el resto de actividades y contenidos teóricos del curso, contribuyendo a proporcionarle una visión global y coherente del mismo.

AGRADECIMIENTOS:

Deseamos agradecer a los compañeros de la Universidad Politécnica de Valencia: Dr. D. Luis Cano y Dr. D. Francisco Gosálvez, por las orientaciones y la información previa facilitadas, particularmente, por las fotografías del proceso apícola.

REFERENCIAS

1. J. D. Ward; C. L. Lee, *Journal Of Family And Consumer Science Education*. **2002**, Vol. 20, 16-26.
2. D. R., Paulson, *Journal Of Chemical Education*. **1999**, Vol. 76, 1136-1140.
3. M. D., Northwood, D. O., Northwood, M. G. Northwood, *Global Journal Of Engineering Education*, **2003**, Vol. 7, 157-164
4. K. Mohd, *International Problem-Based Learning Syposium*. Singapore, **2007**. www.rp.sg/Symposium (Acceso 29/8/07)
5. O. C., Kelly, O. E., Finlayson, *Chemistry Education: Research And Practice*, **2007**, Vol. 8, 347-361.
6. P. B. Gambhir, *International Problem-Based Learning Syposium*. Singapore, **2007**. www.rp.sg/symposium (Acceso 29/8/07)

7. S.Poikela, P.Vuoskoski, M.Kärnä, *International Problem-Based Learning Symposium*. Singapore, **2007**. www.rp.sg/symposium (Acceso 29/8/07)
8. G. D. Hendry, M. Frommer, R. Walker, *Journal of Further and Higher Education*. **1999**, Vol. 23, 359-371.
9. J. R. Savery, T. M. Duffy, "Problem Based Learning: An Instructional Model And Its Constructivist Framework". *CRLT Technical Report*, **1995**, No 16-01.
10. D. Gil, *Enseñanza de las Ciencias*, **1993**, Vol. 11, 197-212.
12. <http://www.mieldemalaga.com/asociacion/jornadas/ponencias/texto04-4.pdf>
(acceso: 12/04/09)
13. http://www.abcagro.com/agriculturas_alternativas/apicultura4.Asp#8.3.%20LA%20CERA. (acceso: 13/04/09)
14. http://www.infoagro.com/agricultura_ecologica/apicultura2.htm
(acceso: 12/04/09)
15. http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/zootecniatropical/zt2502/arti/salamanca.htm. (acceso: 11/04/09)
16. K. J. Downing, K. Shin, T. Kwong, *International Problem-Based Learning Symposium*. Singapore, **2007**, www.rp.sg/symposium (Acceso: 29/8/07).

TÉCNICAS BÁSICAS DE EXPERIMENTACIÓN EN QUÍMICA EN FORMATO DIGITAL

M. Dolors Grau Vilalta y Roser Gorchs Altarriba

Grupo de Recursos para la Didáctica de la Química, Escuela Politécnica Superior
de Ingeniería de Manresa, Universitat Politècnica de Catalunya
dolors@emrn.upc.edu

En este trabajo se presentarán los objetivos, la metodología y la previsión de resultados, de la puesta en marcha de la utilización de una serie de producciones digitales, para el apartado pre-laboratorio de las asignaturas de experimentación en química. Se tratará de filmaciones y material multimedia de corta duración, apto para ser colgado en la red, y utilizado por los estudiantes antes de realizar las experimentaciones.

1. INTRODUCCIÓN

La Química aparece como formación básica en casi todos los planes de estudio de los nuevos Grados de Ingeniería. Es necesario que el estudiantado entre en los laboratorios habiendo trabajado previamente los hábitos y manipulación de material. En el método de enseñanza por competencias, se considera el trabajo autónomo pre-laboratorio como fundamental (1). Las presentaciones que se utilizan actualmente (por ejemplo en formato vídeo) se consideran bastante obsoletas y mejorables. La mayoría de ellas muestran laboratorios que se ven poco actualizados, e incluso en algunas de ellas se indican hábitos que pueden haber cambiado.

El Grupo de Recursos para la Didáctica de la Química (GReDiQ) que se encuentra en la plataforma de *Recerca i Innovació en Metodologies per a l'Aprenentatge (RIMA)* del Instituto de Ciencias de la Educación de la *Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)*, manifestó su interés en disponer de material propio y en formato digital.

Cabe remarcar que las ventajas de las presentaciones audiovisuales no son nada nuevo. Tal como se aprecia en el cono del aprendizaje de Dale (2), permiten una mayor retención de la información que en otros formatos, como las imágenes estáticas o el formato en papel. En realidad se encuentran en el primer apartado de lo que serían los métodos en que el estudiante no interviene participando directamente en la acción. En el caso particular de la química, existen diversos autores que hacen referencia a las ventajas de la utilización de los medios audiovisuales a nivel más básico (3) e incluso antecedentes sobre el tema (4), a la vez que estudios sobre los métodos de enseñanza/aprendizaje de la química a nivel universitario (5).

En este proyecto, se ha optado por preparar producciones, en la mayoría de los casos en formato de filmación, con una duración entre 3 y 6 minutos. Se ha preferido realizar filmaciones más cortas, y en mayor número, que filmaciones muy largas que pueden dificultar su seguimiento. A su vez también se realizan producciones en formato multimedia, para las presentaciones más estáticas, como el glosario de

material de laboratorio, o técnicas más avanzadas como la espectrofotometría ultravioleta-visible. De esta forma, cada uno de los centros integrados en el grupo se ha hecho responsable de la preparación de un apartado de las distintas producciones que se están llevando a cabo.

2. OBJETIVOS

Los objetivos fundamentales del proyecto son:

- Disponer de material digital uniforme elaborado en la UPC (por los miembros del GReDiQ) para facilitar el acceso del estudiantado a las asignaturas de experimentación en química.
- No elaborar prácticas de laboratorio virtuales, sino producciones que hagan referencia a la seguridad y hábitos en el laboratorio de química, al material, técnicas, etc. imprescindibles antes de realizar cualquier práctica de química.
- Realizar un esfuerzo importante de síntesis de la información, produciendo material conciso, que permita en poco tiempo (duración de 3 a 6 minutos por producción) proporcionar la información necesaria.
- Producir material de calidad, mayoritariamente en formato video (*Flash*) y también alguna producción multimedia, apto para colocar el material en la red, de forma que pueda ser utilizado por toda la comunidad universitaria.

3. METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

Tal como se han indicado en la introducción este proyecto ha nacido en colaboración entre varios centros docentes de la UPC. Por este motivo a la hora de elaborar el plan de trabajo se han clasificado las producciones en cuatro grandes grupos según los Campus en que se realizarán las producciones:

- Técnicas básicas de experimentación en química:

La filtración (a presión atmosférica y al vacío); La centrifugación; La destilación (simple y fraccionada); La extracción (líquido-líquido y sólido-líquido); La reacción química (en tubo de ensayo).

- Medidas básicas de experimentación en química:

Medidas de masa (pesada directa y pesada por diferencia); Medida de volumen; Preparación de disoluciones (sólido sólido, sólido líquido); Métodos volumétricos: valoración ácido-base

- Hábitos y normas de seguridad en los laboratorios de química:

Etiquetaje de reactivos; Almacenamiento de productos; Riesgos; Manipulación de productos; Gestión de residuos.

- Técnicas más avanzadas de experimentación en química:

Espectrofotometría UV-Visible; Absorción atómica.

En este trabajo se presentarán las producciones realizadas en la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Manresa, que hacen referencia a las técnicas básicas de experimentación en química.

Para cada producción ha sido necesaria la elaboración de la portada y créditos que aparecerán en todas las producciones, búsqueda bibliográfica previa, elaboración del documento de trabajo para cada filmación, elaboración del guión (a revisar entre los coordinadores de cada Campus), ejecución de la práctica previamente (control de la duración), realización de la filmación, post – producción y doblaje.

En la elaboración de la portada de cada producción aparecen (Fig. 1):

- El Logotipo del Grupo de Recursos para la Didáctica de la Química (GReDiQ) puesto que, como se ha comentado, el proyecto ha surgido de la voluntad conjunta de los miembros del grupo, con un interés claramente integrador.
- El título del proyecto que se ha obtenido: “Materiales multimedia en formato digital para asignaturas de experimentación en química”.
- El título de la filmación.



Figura 1. Portada correspondiente a la filmación de La filtración.

En la elaboración de los créditos, cada centro ha utilizado su propio logotipo, y se han indicado las personas que han colaborado en la producción (Fig. 2).



Figura 2. Créditos correspondientes a la filmación de la filtración.

A modo de ejemplo se indica el Guión que se ha elaborado para la filmación de la Filtración:

Guión

La filtración

La filtración es la separación de las partículas sólidas del fluido donde se encuentran mediante un medio permeable y poroso, denominado *filtro*. El fluido, ya sea líquido o gaseoso, atraviesa el medio permeable a través de los poros, mientras que el sólido queda retenido. La filtración de productos químicos en el laboratorio se puede llevar a cabo por diferentes métodos: a presión atmosférica o al vacío. A continuación, veremos el procedimiento a seguir en una filtración a presión atmosférica.

Filtración a presión atmosférica

1. En este caso, se acostumbra a utilizar el papel de filtro como medio filtrante. Existen dos tipos de filtros de papel: el papel de filtro de tipo liso y el de pliegues.
2. El filtro de pliegues se dobla diametralmente en cuatro cuadrantes, cada uno de los cuales se pliega por la mitad y estas mitades se dividen de nuevo en dos partes. Las 16 secciones que quedan se pliegan por la mitad en sentido contrario, de forma que finalmente se obtienen 32 pliegues.
3. El papel de filtro de tipo liso se pliega en cuatro cuadrantes y se corta una punta para evitar que el aire entre por la parte doblada. Finalmente, se abre el papel de forma que la parte no doblada forme un cono, es decir, que haya tres pliegues a un lado y uno en el otro.
4. El filtro liso es el más indicado cuando lo que nos interesa es recoger el sólido. En cambio, es mejor utilizar el filtro de pliegues cuando nos interesa recuperar la solución líquida, puesto que dispone de más superficie y, por lo tanto, permite una filtración más rápida.
5. Situamos el embudo en un aro montado en un soporte y debajo colocamos un vaso de precipitados para recoger la fase líquida. El extremo inferior de la punta del embudo debe tocar la pared interna del vaso, de forma que el líquido que desciende deslice por la pared del recipiente y se eviten las salpicaduras; pero debe estar a una altura tal que siempre esté por encima del nivel del líquido. Una vez doblado el papel de filtro, se coloca en el embudo, de forma que no sobresalga, ya que si no el líquido podría caer por fuera. Por este motivo hace falta adaptarlo a la medida del embudo. Seguidamente se moja el papel de filtro con unas gotas de agua destilada para lograr que las paredes del interior del embudo tengan una buena adherencia.
6. Transferimos la mezcla encima del papel de filtro y utilizamos una varilla de vidrio para dirigir el flujo y evitar pérdidas en salpicaduras. La varilla no debe

tocar el papel de filtro, porque podría agujerarlo. Se debe procurar no llenar más de la mitad del embudo, ya que se podría perder precipitado como resultado del deslizamiento.

7. Dejamos que la fase líquida se escurra en cada adición y la recogemos en el vaso de precipitados.
8. Si se observa que el precipitado atraviesa el papel de filtro se debe volver a realizar la operación con otro papel menos poroso.
9. Arrastramos las últimas trazas de precipitado que quedan en el interior del vaso con la ayuda de la varilla de vidrio.
10. Una vez lavado el vaso, el resto de precipitado se recoge en el fondo del papel de filtro y se deja escurrir totalmente.
11. La fase líquida que obtenemos de la filtración se denomina *filtrado* mientras que los componentes sólidos que quedan retenidos en la superficie del papel de filtro se denominan *precipitado*.

Filtración al vacío

1. Veamos una filtración al vacío: en este caso, la fuerza que hace caer el filtrado es la succión que se genera al crear una zona de depresión. En esta situación, la fuerza que empleamos es mucho más grande que el peso de la solución que se filtra. Por este motivo, este tipo de filtración se utiliza cuando la filtración a presión atmosférica es casi imposible debido a que el precipitado que queremos filtrar es muy compacto o el líquido es muy denso.
2. Se encaja el embudo Büchner en el matraz Kitasato mediante un tapón agujerado. Un matraz Kitasato es un matraz de vidrio grueso muy parecido al matraz Erlenmeyer pero que tiene un tubo en la parte superior que permite sujetar una goma para comunicarlo con una bomba de vacío o una trompa de agua.
3. La trompa de agua es un tubo de plástico o de vidrio que por un lado se conecta al grifo y por el otro al matraz Kitasato mediante un tubo de goma grueso. La salida se conduce a un desagüe de agua. Se utiliza un recipiente de seguridad entre la trompa y el Kitasato.
4. El agua del grifo entra por la parte superior de un tubo recto que tiene un final muy estrecho. Este hecho aumenta la velocidad del líquido, que provoca la succión del aire que lo rodea. El aire y el agua van a parar en un tubo más ancho que los expulsa hacia el exterior. Debido a que el chorro de agua es continuo, durante el proceso se extrae el aire del interior del Kitasato, que provoca una depresión que succiona el líquido que se encuentra en el Büchner.
5. El embudo Büchner tiene una placa filtrante con orificios grandes, de forma que se debe colocar un papel de filtro circular que quede totalmente plano y cubra todos estos orificios. Se puede utilizar el mismo embudo Büchner como plantilla: se marca con un lápiz el perímetro encima de un trozo de papel de filtro y se acaba de recortar hasta que se adapte perfectamente.

6. Una vez colocado el papel de filtro, lo mojamos con unas gotas de agua destilada y abrimos el grifo del agua para que quede bien adherido a la placa filtrante. Del mismo modo que en la filtración a presión atmosférica, se arrastra el sólido con la ayuda de la varilla.
7. A continuación, vertemos la mezcla en el centro del embudo Büchner y esperamos a que se escurra el líquido.
8. Una vez finalizada la filtración, se desconecta el Kitasato de la trompa de agua y después se cierra el grifo. Es muy importante llevar a cabo la operación en este orden, ya que si se hace en el orden contrario el agua del grifo entraría en el Kitasato, debido a la baja presión a la que se encuentra, y deberíamos repetir la filtración.



Figura 3. Filmación de la filtración a presión atmosférica.



Figura 4. Filmación de la filtración al vacío.

Una vez elaborado el guión, se comprueba en el laboratorio la duración del experimento, y ya se encuentra en condiciones de llevar a cabo la filmación. Una vez realizada la filmación se debe llevar a cabo todo el apartado de post-producción y doblaje. En el doblaje, se irán explicando los puntos indicados en el guión a medida que se vaya proyectando la filmación. En las Figuras 3 y 4, se indican un par de imágenes correspondientes a la filtración a presión atmosférica y la filtración al vacío.

4. IMPLANTACIÓN Y PREVISIÓN DE RESULTADOS

El material estará disponible para ser utilizado durante el curso 2009-2010. Se alojará en los repositorios, en abierto, de la UPC: UPCommons y en el apartado de

recursos del GReDiQ en la plataforma RIMA. Se espera que con su utilización se consiga provocar que el hábito del estudiantado sea tal, que antes de llevar a cabo la sesión experimental deba consultar este material para poderla realizar correctamente. De esta forma se incentivará todo el apartado correspondiente al trabajo pre-laboratorio, utilizando unos medios mucho más atractivos que los formatos habituales, en papel o presentaciones power-point. Está comprobado que los jóvenes consultan muchísimas presentaciones en *Flash* y audiovisuales a través de la red.

A su vez se espera que el profesorado lo utilice de la forma más versátil posible, colgándolo en el Campus digital de la universidad, para que el estudiantado lo pueda consultar tantas veces como sea necesario.

La evaluación de resultados tendrá lugar en enero de 2010. Para poder llevar a cabo la evaluación del material, durante el último mes del curso 2008-09 se pasará a los estudiantes una encuesta para comprobar la situación actual y poder compararla con los resultados obtenidos después de la utilización de este material. En la encuesta se evaluarán básicamente los conocimientos previos de los estudiantes antes de entrar en un laboratorio de química de la universidad, en cuanto a:

- Material de laboratorio.
- Técnicas básicas de laboratorio.
- Hábitos y normas de seguridad.

A su vez se evaluará el tipo de material que se les presentó para iniciarlos en todos estos temas (formato papel, formato vídeo, multimedia,...). Se espera que con la utilización de las producciones realizadas los resultados del aprendizaje y de los hábitos en las asignaturas de experimentación mejoren substancialmente.

AGRADECIMIENTO

Convocatoria de ayudas para Proyectos de Mejora de la Docencia 2007-08 ICE-UPC.

Factorías de recursos docentes de la UPC.

REFERENCIAS

1. M. R. Martínez y otros, *Guia per a l'avaluació de competències als laboratoris en l'àmbit de Ciències i Tecnologia*, AQU Catalunya, Barcelona (2009).
2. E. Dale, *Audio-visual methods in teaching*, Holt, Rinehart and Winston, New York (1963).
3. Seminario permanente de física y química – Instituto de Bachillerato Luis Chamizo, *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, **1992**, Vol. 10, 304-306.
4. G. Jiménez y A. Llitjós, *Educación química*, **2006**, Vol. 17, 158-163.
5. G. Pinto, *Anales de Química*, **2001**, Vol. 97 (4), 29-36.

LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE COMO COMPLEMENTO A LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Isidora Sanz Berzosa y Juan Antonio Llorens Molina

Grupo de Innovación Educativa IEMA, Universidad Politécnica de Valencia;
isanz@qim.upv.es; juallom2@qim.upv.es

En estos últimos años se ha producido un rápido y generalizado proceso de incorporación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) a la enseñanza superior. Este fenómeno, unido al nuevo marco educativo dentro del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), lleva consigo la revisión y creación de los recursos educativos más adecuados para alcanzar los objetivos que la educación superior actual se plantea. Uno de los elementos didácticos basado en TIC con más proyección en la actualidad son los objetos de aprendizaje (OA). En esta comunicación se presentan las principales características de los objetos de aprendizaje y se describe su aplicación en el desarrollo de las prácticas correspondientes a la asignatura de “Química de los Productos Naturales”. Se muestra cómo su utilización como soporte a las clases prácticas de laboratorio favorece la optimización del tiempo dedicado a ellas y contribuye a la adquisición de competencias fundamentales en futuros titulados universitarios, especialmente la planificación y organización, la capacidad de relación de contenidos y la construcción autónoma del conocimiento, entre otras, además de las específicas con las que la asignatura contribuye a la titulación.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Los objetos de aprendizaje como herramienta didáctica

En los últimos años, la implantación (1) de la sociedad de la información y del conocimiento en todos los estamentos de la sociedad es un hecho incuestionable. El éxito en la sociedad del conocimiento requiere de todos la capacidad, por una parte, de llevar a cabo aprendizajes de diversa naturaleza a lo largo de nuestras vidas y, por otra, de adaptarse rápida y eficazmente a situaciones sociales, laborales y económicas cambiantes. Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) tienen un potencial reconocido para apoyar el aprendizaje, la construcción social del conocimiento y el desarrollo de habilidades y competencias para aprender automáticamente.

La implantación de las nuevas tecnologías en la universidad hace perfilar un nuevo panorama educativo cuyas características fundamentales son:

1. La necesidad de una actualización permanente de los conocimientos, habilidades y criterios (aprendizaje a lo largo de toda la vida)
2. El reconocimiento de un nuevo concepto de alfabetización, que se amplía a nuevos campos (comunicación mediada, multimedia en red). En suma, la

alfabetización se reconoce ahora como un concepto complejo y cambiante en el tiempo y en constante revisión.

3. La opción de generar entornos virtuales de aprendizaje basados en las tecnologías de la información y la comunicación, superando las barreras espaciotemporales y facilitando, además de los métodos de aprendizaje individual, el aprendizaje cooperativo.

Estos factores inciden de manera muy importante en los modelos de enseñanza y suponen un reto para el profesor universitario, que se enfrenta con un nuevo marco institucional, una nueva tipología de alumno y nuevas demandas sociales, que le exigen el desarrollo de competencias diferentes a las que la docencia le exigía en otros momentos (2).

Dentro de las herramientas de las TIC ocupan un lugar destacado los objetos de aprendizaje (OA), entendidos como la unidad más “pequeña” de contenido que tiene sentido por si misma. El desarrollo de este tipo de material didáctico es interesante porque bien combinados puede llegar a constituir unidades más complejas de conocimiento con una característica de reutilización en diferentes disciplinas y entornos educativos. Así hay al menos dos elementos relevantes por los que entendemos fundamental el desarrollo de objetos de aprendizaje.

- En primer lugar el desarrollo de las TIC permite, a través de la creación de entornos virtuales de aprendizaje, superar las condiciones espaciotemporales concretas y facilita los métodos de aprendizaje individual y el aprendizaje cooperativo.
- En segundo lugar permite al profesorado crear sus propios medios didácticos o, al menos, adaptar los existentes desde la perspectiva de la diversidad real de su alumnado.

La utilización de los Objetos de Aprendizaje (OA) como herramienta en el proceso de aprendizaje convierte actividades convencionales como las clases teóricas o prácticas de laboratorio en actividades más útiles para el desarrollo de competencias de carácter metodológico (planificación y organización). De este modo, su aplicación como instrumento para la introducción de metodologías activas ha sido objeto de numerosas investigaciones (1,3, 4, 5,6).

La utilización de los objetos de aprendizaje, en nuestro caso, pretende ayudar a los estudiantes en la preparación de las prácticas de laboratorio que se realizan en la asignatura de Química de los Productos Naturales.

1.2. Contextualización de la asignatura dentro de la titulación

La asignatura de Química de los Productos Naturales se oferta como optativa en el sexto semestre de la titulación Ingeniero Técnico Agrícola, Especialidad en Industrias

Agrarias y Alimentarias, que se corresponderá con el título de grado de Ingenierías Agroalimentarias.

Está dotada con 4,5 créditos de los que 3 son teórico-prácticos y 1,5 prácticos. Se dirige a ampliar los conocimientos de los alumnos respecto a las familias de los productos naturales relacionados con los procesos vitales. Los principales descriptores de esta asignatura son: compuestos orgánicos de los alimentos y reacciones químicas en las que se ven implicados los compuestos de los alimentos durante su producción, procesado, almacenamiento y cocinado.

La estructura fundamental del plan de estudios de la titulación actual se divide en tres niveles: básico (primer curso), pretecnológico (segundo curso) y de complementos científicos básicos (tercer curso). La asignatura se sitúa en este último nivel.

El proyecto de convergencia en esta titulación (7) se propone el diseño de dos títulos de grado que agruparán las titulaciones existentes. En un principio se proponen como títulos:

1. Ingeniero Agrónomo y Alimentario que agrupará las titulaciones:
 - Ingeniero Agrónomo
 - Ingeniero Técnico Agrícola, Especialidad en Explotaciones Agropecuarias
 - Ingeniero Técnico Agrícola, Especialidad en Hortofruticultura y Jardinería
 - Ingeniero Técnico Agrícola, Especialidad en Industrias Agrarias y Alimentarias
 - Ingeniero Técnico Agrícola, Especialidad en Mecanización y Construcciones Rurales
2. Ingeniero Forestal y del Medio Natural que agrupará las titulaciones:
 - Ingeniero de Montes
 - Ingeniero Técnico Forestal
 - Ingeniero Técnico Forestal, Especialidad en Explotaciones Forestales
 - Ingeniero Técnico Forestal, Especialidad en Industrias Forestales

Al introducir en el análisis los perfiles profesionales y sus respectivas necesidades competenciales se propone la creación de tres títulos:

Título 1: Ingeniero Agroalimentario.

Título 2: Denominación pendiente.

Título 3: Ingeniero Forestal y del Medio Natural.

La asignatura Química de los Productos Naturales, dentro de la transformación de las titulaciones descritas, se ubica en las titulaciones de grado en Ingenierías Agroalimentarias y del Medio Rural e Ingenierías Forestales.

1.3. Características de la asignatura

Se trata de una asignatura de último curso y entendemos que el futuro titulado debe ser capaz de recurrir a las fuentes de información necesarias para su desempeño

profesional; por ello, además de la transmisión de los contenidos concretos de la materia, nos planteamos la necesidad de que fuera capaz de planificarse y utilizar, analizar y valorar los objetos de aprendizaje que habíamos preparado para reforzar las prácticas de laboratorio.

Tras varios años impartiendo la asignatura se aprecia que los alumnos han obtenido la destreza suficiente para superar exámenes. Sin embargo, a la hora de aplicar los conocimientos teórico-prácticos adquiridos, en cuestiones de lo que será su práctica laboral, no cuentan con las suficientes herramientas que les permitan trasladar los conocimientos teóricos adquiridos a las cuestiones prácticas habituales, principalmente porque carecen de estrategias de aprendizaje autónomo. Por ello nos planteamos la aplicación de metodologías activas de docencia-aprendizaje para superar estas deficiencias.

Las características de la asignatura, así como el tamaño del grupo propicia la aplicación de métodos activos de enseñanza-aprendizaje por lo que se han ido aplicando diferentes acciones educativas en este sentido.

2. OBJETIVOS

- ❑ Explicar en que medida contribuye la aplicación de los objetos de aprendizaje a la formación de los futuros graduados.
- ❑ Mostrar las ventajas que la utilización de los objetos de aprendizaje tiene para evaluar la adquisición de algunas competencias por los alumnos.
- ❑ Presentar los Objetos de Aprendizaje utilizados en la asignatura de Química de los Productos Naturales de la titulación de Ingeniero Agroalimentario, dentro las titulaciones de grado en Ingenierías Agrarias e Ingenierías Forestales.

3. DESCRIPCIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE COMO SOPORTE A LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Los objetos de aprendizaje (OA) pueden definirse como “la unidad mínima de aprendizaje, en formato digital, que puede ser reusada y secuenciada”. Sus principales características son: Formato digital, propósito pedagógico, contenido interactivo, indivisible e independiente y reutilizable en contextos educativos distintos.

Basado en los OA se constituyen módulos de aprendizaje, que se definen como sesiones de información compuestas por la contextualización de los OA dentro del entorno didáctico a través de los objetos de acoplamiento. Los objetos de acoplamiento son objetos digitales que no tienen sentido por si mismos y dependen totalmente del OA al que acompañan. Su función principal es la contextualización del objeto de aprendizaje en la situación formativa concreta en la que se va a utilizar un OA concreto (3).

Durante el curso 2006-07 se comenzó a desarrollar algunos objetos de aprendizaje como complemento a las prácticas de laboratorio con la finalidad fundamental de

optimizar el tiempo dedicado a las prácticas de laboratorio que siendo fundamentales para la adquisición de competencias específicas tienen una dedicación temporal limitada.

Los objetos consisten en una serie de grabaciones polimedia en las cuales el profesor explica el fundamento teórico de la práctica y lo relaciona con sus aplicaciones prácticas.

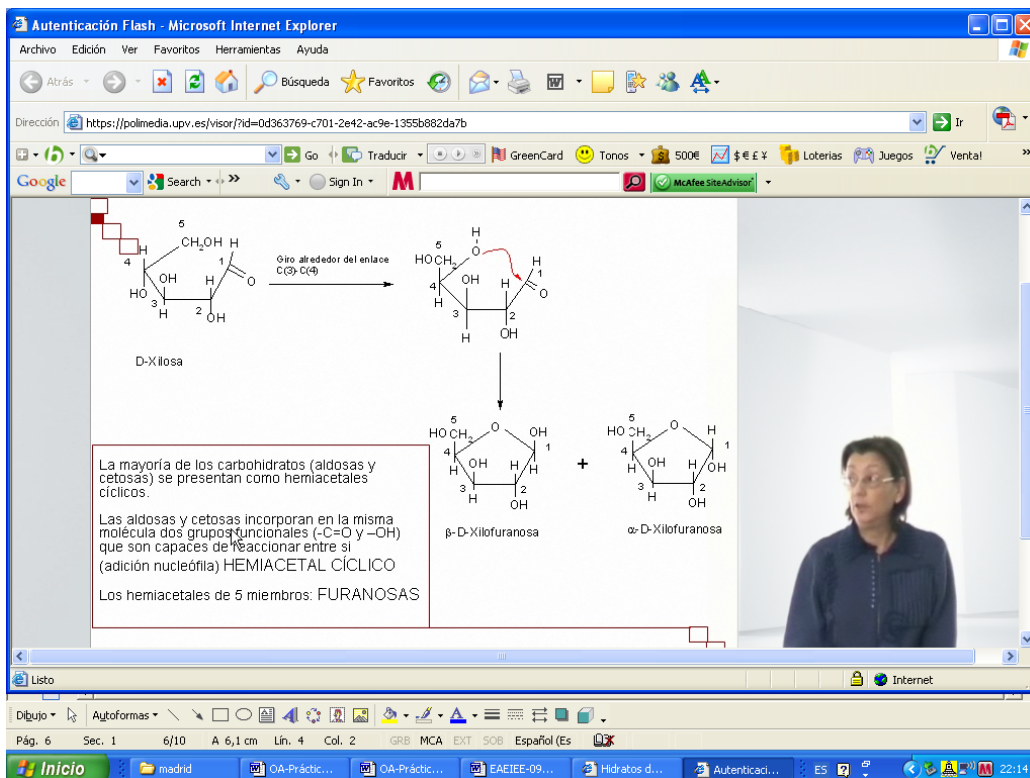


Figura 1. Ejemplo de grabación polimedia

Fuente: <https://polimedia.upv.es/visor/?id=0d363769-c701-2e42-ac9e-1355b882da7b>

Las grabaciones polimedia se complementan con videos que recogen la realización de la práctica.

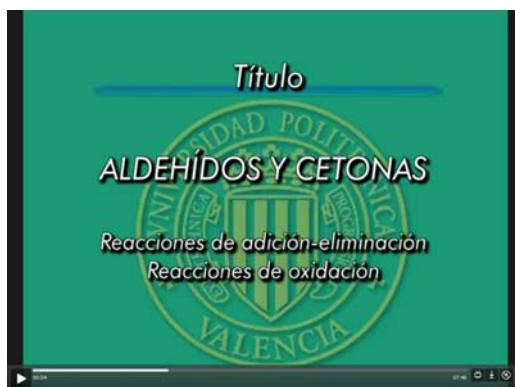


Figura 2. Ejemplo de video didáctico.
 Fuente: <http://politube.upv.es/play.php?vid=2023>

La finalidad de los objetos es que sirvan de referencia para acometer las prácticas; en ellos el alumno encuentra una breve introducción teórica que explica los fundamentos y se presentan los materiales, proceso y resultados que se van a realizar en la práctica del laboratorio, por ello este instrumento constituye tanto una herramienta de preparación a la práctica de laboratorio, como un elemento de reflexión sobre el proceso realizado.

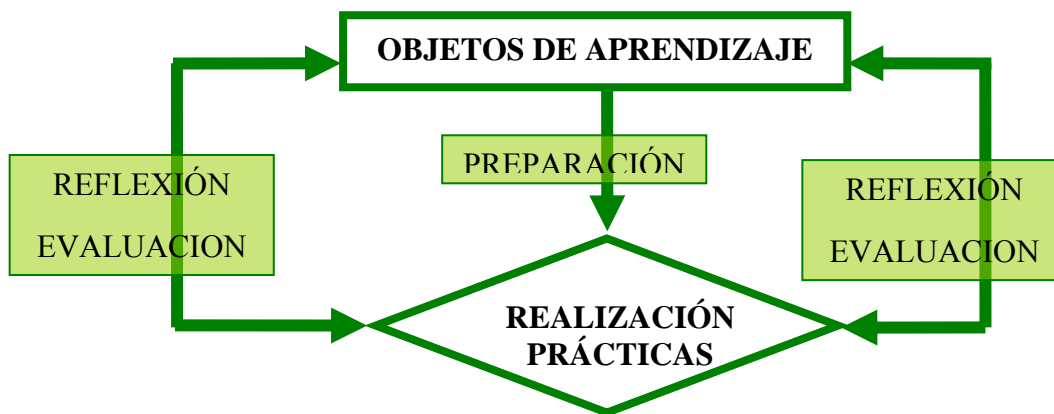


Figura 3. Esquema del proceso de utilización de los OA.

En este sentido, se considera muy importante que el alumno desarrolle conductas autónomas en su proceso de aprendizaje en lo relativo a sus tareas de laboratorio y más importante si cabe que desarrolle una capacidad de reflexión sobre los procesos, que le permita poner en marcha, de forma consciente, los conocimientos necesarios.

La figura 3 muestra el esquema del proceso que se sigue para la incorporación de los OA en la asignatura, así como sus principales aportaciones.

Las principales aportaciones son que el alumno entra en el laboratorio conociendo la experiencia concreta que va a realizar, y su fundamento, y además puede, una vez realizada, consultarla tantas veces como necesite lo que facilita la reflexión sobre los procesos estudiados.

En la actualidad se está desarrollando una metodología de evaluación de la calidad de los objetos que permita que el alumno valore el papel que desempeñan estos instrumentos dentro de su proceso de aprendizaje.

4. CONCLUSIONES

- En primer lugar, la utilización de OA ha favorecido la integración de conocimientos teóricos y prácticos debido a la posibilidad de revisión y reflexión sobre la práctica realizada.
- Asimismo, se ha observado que el seguimiento de las sesiones prácticas es más elevado. La participación de los alumnos se incrementa significativamente.
- Por otra parte los alumnos toman conciencia de sus necesidades de aprendizaje, identifican sus lagunas conceptuales y pueden solicitar ayuda concreta y puntual sobre ellas.
- Los objetos de aprendizaje les permiten establecer relaciones significativas entre el trabajo experimental y los contenidos teóricos presentados en la asignatura y de esta forma contribuyen a una mejor integración de teoría y práctica.

REFERENCIAS

1. S. Martínez Naharro, P. Bonet Espinosa, P. Cáceres González, F. Fargueta Cerdá, E. García Felix. *IV Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño, Evaluación y Desarrollo de Contenidos educativos reutilizables*. 2007. Disponible en línea en: <http://spdece07.ehu.es/actas/Naharro.pdf>
2. J. Delors. *La educación encierra un tesoro*, Madrid, Santillana, 1996.
3. UPV-ICE. *Los objetos de aprendizaje como recurso para la docencia universitaria: criterios para su elaboración*. PAC-UPV, 2007.
4. C. Dede, P. Whitehouse, T. Brown-L'Bahy, Vrasid, C. y Glass, G. Ed. *Current perspectives on applied information technologies. Distance Education*, Vol. 1, 1-30. Greenwich, C.N.: Information Age Press. 2002.
5. C. Dede. *Aprendiendo con tecnología*. Buenos Aires: Paidós, 2000.
6. J. Duart; A. Sangrá. J. Durat y A. Sangrá, ed. *Aprender en la virtualidad*, 23-50. Barcelona: Comp. Gedisa. 2000.
7. ANECA. *Libro Blanco para el Título de Grado en Ingenierías Agrarias e Ingenierías Forestales*.
http://www.aneca.es/activin/docs/libroblanco_agrarias_forestales_def.pdf
[acceso en septiembre 2007].

UNA ESTRATEGIA METODOLÓGICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN LOS ESTUDIOS DE GRADO

Ana Gómez Gómez^a y Ángel de Andrea González^b

^aIES “Parque Aluche” C/ Maqueda 86. 28024-Madrid. agomezygomez@yahoo.es

^b Universidad Carlos III de Madrid. Escuela Politécnica Superior
Av. Universidad, 30. 28991 Leganés (Madrid) aandrea@fis.uc3m.es

Este artículo muestra que una estrategia metodológica basada en un aprendizaje significativo y funcional mejora la imagen de la ciencia, siendo un factor motivador que contribuye a la integración de la ciencia en la cultura. En la explicación de los contenidos en el aula es conveniente incluir una aplicación práctica mediante una herramienta denominada ¿para qué sirve esto? A modo de ejemplo, se han seleccionado algunas de estas aplicaciones.

1. FUNDAMENTO Y BASE TEÓRICA

Nuestra experiencia pone de manifiesto que los resultados académicos mejoran notablemente si los contenidos se relacionan con fenómenos que ocurren en la vida cotidiana, que son susceptibles de explicarse cualitativamente. Para facilitar el aprendizaje de la Química en los estudios de grado nos basamos en el aprendizaje significativo y funcional, que además de los contenidos científicos incluye aspectos tecnosociales y medioambientales.

1.1. El aprendizaje significativo y funcional

El origen del aprendizaje significativo hay que situarlo en la década de los sesenta, cuando D. P. Ausubel y otros (1) lo acuñaron para definir lo opuesto al aprendizaje repetitivo. Para ellos, la significatividad del aprendizaje se refiere a la posibilidad de establecer vínculos sustantivos y no arbitrarios entre lo que hay que aprender, el nuevo contenido y lo que ya se sabe, lo que se encuentra en la estructura cognitiva de la persona que aprende (sus conocimientos previos). Este aprendizaje está ligado inherentemente al aprendizaje funcional. Se entiende que un aprendizaje es funcional cuando la persona que lo ha realizado puede utilizarlo en una situación concreta para resolver un problema determinado.

1.2. Condiciones del aprendizaje significativo

Este aprendizaje requiere de tres condiciones:

1. Que el material que el alumnado debe aprender sea potencialmente significativo. Es decir, se trata de que la información, el contenido que se propone, sea

significativo desde el punto de vista de su estructura interna, que sea coherente, claro y organizado, no arbitrario ni confuso.

2. Que el alumnado disponga del bagaje indispensable para efectuar la atribución de significados que caracteriza el aprendizaje significativo. Para que se produzca un aprendizaje significativo, no basta con que el material a aprender sea potencialmente significativo, sino que es necesario, además, que disponga de los conocimientos previos que permitan abordar el nuevo aprendizaje.

3. Una actitud favorable del alumnado. Aunque necesarias, las condiciones expuestas no son todavía suficientes para lograr que los alumnos realicen aprendizajes significativos. Para que ello ocurra, hace falta también una actitud favorable a la realización de aprendizajes significativos.

1.3. Una herramienta metodológica

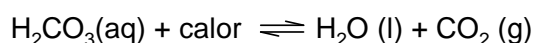
En la explicación de los contenidos en el aula, es conveniente utilizar una aplicación práctica de los fenómenos químicos expuestos (2,3), utilizando una herramienta metodológica que hemos denominado *¿para qué sirve esto?* de la que existen variadas referencias bibliográficas que la utilizan (4-6).

Esta herramienta debe su nombre a la pregunta que es a menudo realizada por los alumnos en su afán de reprochar “que ciertos contenidos científicos no serán utilizados en su vida”. Esta herramienta posee además la característica de que puede ser utilizada como actividad motivadora, de desarrollo, de refuerzo o ampliación de cada tema que los trate. A modo de ejemplo, hemos seleccionado algunas.

2. ANÁLISIS DE EJEMPLOS

2.1. Un equilibrio refrescante y fundamental para el futuro de la Tierra

Los refrescos con burbujas son la mayoría disoluciones carbónicas en equilibrio, que al estar en recipientes cerrados no dejan escapar el dióxido de carbono disuelto. Así:



Sin embargo el equilibrio anterior puede ser alterado con un cambio de temperatura, y como es endotérmico se ve favorecido y se desplaza hacia la derecha al aumentar esta magnitud, con lo que el gas se va escapando de la disolución y queda en la parte superior del envase con el conocido efecto al abrirlo.

Relacionado con el equilibrio anterior podemos fomentar el aprendizaje significativo haciendo que el alumno reflexione sobre los siguientes aspectos relacionados con el cambio global y el impacto medioambiental, como por ejemplo:

1. ¿Qué ocurre en el ecosistema marino cuando se produce un aumento del CO_2 disuelto en el agua del mar al absorberse el dióxido de carbono producido en las combustiones?

2. ¿Cómo podríamos evitar que la formación de ácido carbónico acidifique el agua de los océanos e incluso destruya ecosistemas como los arrecifes de coral?
3. ¿Qué son los sumideros de dióxido de carbono? ¿Qué riesgos tienen?
4. ¿Qué medidas puedes tú adoptar para minimizar el cambio global?

2.2. La dependencia de la solubilidad de un gas con la temperatura

La solubilidad de los gases en los líquidos disminuye al aumentar la temperatura. Si apelamos a la significatividad del aprendizaje esta ley es fácil de entender, ya que la experiencia nos dice que para descorchar una bebida gaseada se hace con más dificultad si la botella está fría; la formación de burbujas se estimula sin más que calentar el líquido ligeramente. Por esto es tan peligroso para la vida acuática verter agua caliente en ríos y lagos, puesto que la solubilidad del oxígeno en el agua se reduce considerablemente al elevarse la temperatura.

Con objeto de garantizar un aprendizaje funcional, una cuestión de relevancia que se puede plantear en este apartado es:

1. ¿Por qué las cervezas –bebidas con un cierto contenido en alcohol- se han de beber lo más frías posible para evitar así que “se suban a la cabeza”? La respuesta es evidente: al “calentarse” la bebida disminuye la solubilidad del dióxido de carbono en la misma, haciéndose la cerveza más concentrada en alcohol.

2.3. La acidez de los refrescos

Basándonos en esta metodología podemos preguntar al alumno que explique el origen de la acidez de un refresco.

El origen de los refrescos ácidos gaseosos se remonta a los antiguos griegos que apreciaban las aguas minerales por sus propiedades medicinales y refrescantes. En 1767, Joseph Priestley encontró una manera de carbonatar el agua por medios artificiales, sin imaginar los efectos de su descubrimiento. En su método obtenía el dióxido de carbono (CO₂) haciendo reaccionar una sal sódica (generalmente bicarbonato de sodio) con un ácido. Este y otros factores hacen que los refrescos no sean recomendables por su acidez.

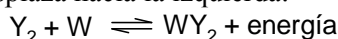
Cuestiones que fomentan el aprendizaje significativo pueden ser entre otras:

1. ¿Por qué si el bicarbonato se hace reaccionar con el ácido, este carácter todavía persiste?
2. ¿De qué forma es posible detectar al carácter ácido?
3. ¿Por qué no es recomendable para las personas que padecen gastritis?

2.4. El equilibrio de las lámparas halógenas

Las lámparas halógenas son lámparas incandescentes con filamento de wolframio que en su interior contienen una atmósfera gaseosa formada, además de por el gas noble, por un halógeno o un halogenuro metálico. La presencia del gas halógeno

(representado por Y) permite que se establezca el equilibrio exotérmico que al aumentar la temperatura se desplaza hacia la izquierda:



En realidad, en el margen de temperatura en que se actúa, se encuentra desplazado hacia la izquierda a la temperatura del filamento y hacia la derecha a la temperatura del vidrio (cuarzo) de la ampolla que debe evitar ser tocado con los dedos. Es interesante que el alumno se fije en el ciclo reparador que se produce. Cuando parte del wolframio sublima, al entrar en contacto con las paredes a menor temperatura de la bombilla se combina con el halógeno y forma el halogenuro. Por otra parte, en las zonas del filamento donde haya sublimado más wolframio, el conductor disminuye de grosor y aumenta la temperatura (la temperatura aumenta cuando aumenta la resistencia). En estas zonas de mayor temperatura, el equilibrio se desplaza hacia la izquierda depositándose el metal sobre el filamento y reparándolo (7).

2.5. La vida es un proceso de oxidación y reducción

El estadio más superlativo de la Química, donde esta ciencia desarrolla toda su potencialidad, se encuentra en los seres vivos. Generalizando se puede considerar la vida en la Tierra como un proceso de oxidación y reducción (redox). Por una lado las plantas reducen el dióxido de carbono atmosférico CO_2 y el agua a materia orgánica gracias a la fotosíntesis. Los animales ingieren los hidratos de carbono, proteínas y grasas vegetales de plantas o a través de carne de herbívoros. Posteriormente obtienen la energía vital mediante la oxidación de materiales orgánicos en sus células. Los subproductos de esta combustión, de nuevo agua y CO_2 , son expulsados y entran de nuevo en el ciclo de la vida. El motor de este proceso cíclico es el sol; su energía es absorbida durante la fotosíntesis gracias a la clorofila, sustancia química presente en las partes verdes de las plantas.

En cualquier caso, la fotosíntesis oxigénica es el proceso responsable de la formación de la mayor parte de la materia orgánica de nuestro mundo, ahora y en el pasado. Y como los combustibles fósiles, carbón, gas y derivados del petróleo, se han formado a partir de los restos de miles de millones de organismos cuya materia orgánica fue sintetizada a partir de la energía de la luz, el combustible que usan nuestros vehículos no es otra cosa que la luz del Sol... transformada en energía química.

Podemos pedir al alumno que:

1. Investigue sobre la aparición de la vida en la tierra relacionándola con la cantidad de oxígeno en ella y el tipo de organismos existentes (consumidores o productores de oxígeno).
2. Relacione el ciclo del carbono con el CO_2 producido y consumido
3. Relacione el ciclo del carbono con el cambio climático y elabore una teoría sobre la influencia del hombre en la alteración de este ciclo.

2.6. La ósmosis y salazón de los alimentos

Este es un ejemplo de la aplicación de aspectos culinarios de la Química en una sustancia tan común como el cloruro de sodio.

La lechuga no es el único organismo que se pone “mustio” en presencia de la sal. Las anchoas se salan pues así las bacterias se deshidratan y mueren. Esto se debe a la ósmosis, que permite que el agua penetre a través de las membranas de las células, pasando de una solución diluida a una solución concentrada. Al cabo de cierto tiempo se establece un equilibrio.

La ósmosis explica numerosas prácticas culinarias. Por eso echamos sal al agua en la que cocemos los huevos, porque de otra manera el agua de la cacerola se iría a través de la cáscara porosa al interior del huevo con el fin de diluir su contenido, más rico en sales que el agua de cocción. El huevo se hincharía y la cáscara se rompería.

Sus propiedades asépticas llevaron a la invención de las salazones ya en los albores de la agricultura, motivada por la necesidad de proteger las cosechas de infecciones microbiológicas.

La preparación del jamón se lleva a cabo entre diciembre y enero porque los jamones deben prepararse con una temperatura fría, que se mantenga el tiempo suficiente para garantizar su conservación antes de que la salazón los proteja. El tratamiento se realiza habitualmente con una mezcla de sal y azúcar.

Podemos pedir al alumno que explique:

1. ¿Qué función tiene el azúcar y la sal en la mezcla citada? (Así, el azúcar mitiga el sabor salado y alimenta a las bacterias y el salitre hace que la carne se vuelva roja, ya que si no adquiriría un tono grisáceo poco apetecible).

2.7. Las rocas y la presencia de oxígeno en la atmósfera

El oxígeno es un elemento muy reactivo con un gran número de elementos químicos, por lo que cualquier molécula de oxígeno libre es capturada para formar, sobre todo, sulfatos y óxidos de hierro. De hecho, solamente el 5 por ciento del oxígeno que se produce en la actualidad por medio de la fotosíntesis queda libre en la atmósfera, el resto es atrapado y convertido, en sulfatos y óxidos de hierro.

La *pirita* (FeS_2) y la *uraninita* (UO_2) son dos minerales que no soportan sin descomponerse una atmósfera con cierta concentración de oxígeno. Por eso, no se encuentran en rocas sedimentarias de menos de 2.300 millones de años pero sí en las anteriores. Podemos pedir al alumno que explique esta razón en base a la concentración de oxígeno. La respuesta es evidente:

Hasta hace 2.300 millones de años la cantidad de oxígeno atmosférico era baja y no era capaz estas rocas, pero cuando la concentración de este gas aumentó, impidió la permanencia de estos minerales. Se calcula que, en aquellos momentos, la cantidad de oxígeno en la atmósfera terrestre había alcanzado un valor equivalente a la centésima parte del actual.

2.8. Bolsas de frío y de calor

En algunos botiquines de emergencia aparecen unas bolsas de plástico que se utilizan para la preparación de compresas instantáneas frías y calientes. Se pueden encontrar en las farmacias y son útiles para proporcionar los primeros auxilios a los deportistas y atletas que sufren un golpe o determinadas lesiones que necesitan de la aplicación inmediata de frío o calor.

Estas compresas constan de una bolsa de plástico que contiene otra bolsa más pequeña, con agua, y una sustancia química en forma de polvo o cristales. Al golpear el paquete se rompe la bolsa interior que contiene el agua y la sustancia se disuelve. La bolsa comienza a calentarse o a enfriarse, según el caso, de forma muy rápida. La temperatura aumenta o disminuye dependiendo de que el proceso de disolución de la sustancia sea exotérmico o endotérmico. En general, para las compresas calientes se utiliza cloruro de calcio o sulfato de magnesio, mientras que para las compresas frías o para enfriar bebidas se utiliza nitrato de amonio.

Experimentalmente se comprueba que la mezcla de 100 mL de agua con 40 g de cloruro de calcio (CaCl_2) es exotérmica y la temperatura puede subir desde 20°C a 90°C . Igualmente ocurre con el sulfato de cobre anhidro. En el caso de las disoluciones endotérmicas también se ha comprobado experimentalmente que cuando se disuelven 30 g de nitrato de amonio (NH_4NO_3) con 100 mL de agua, la temperatura del sistema puede descender desde 20°C hasta 0°C . En proporción 1:1 se ha llegado a temperaturas de -7°C .

Otros ejemplos que pueden citarse al alumno son: las bebidas autocalentables, el calentador químico de biberones, el calentamanos por oxidación con hierro que usan los montañeros (el producto contiene: *carbón activo, limaduras de hierro, serrín en polvo, cloruro de sodio y agua*). Lo que genera el calor es simplemente la oxidación de las limaduras de hierro). En todos los ejemplos anteriores el alumnado puede acceder a bibliografía fácilmente (7, 9, 10).

2.9. Olores que nos hacen la vida agradable y otros que no tanto

Hay olores que nos hacen la vida agradable como por ejemplo el undecanal (un aldehído) que tiene relación con la famosa colonia Chanel nº 5. Otros ejemplos cotidianos son la vainilla, la cebolla, el limón que tienen en su composición compuestos aromáticos.

En contraposición hay otros olores que no nos hacen la vida tan agradable. La halitosis o el mal aliento está causado por varias moléculas, el sulfuro de hidrógeno, el sulfuro de dimetilo, pero el principal responsable es el metilmercaptano, producido por bacterias. El sulfuro de hidrógeno, el hedor tradicional del laboratorio de química, huele mucho menos, y lo mismo puede decirse del sulfuro de dimetilo, que es una parte del aroma del café molido.

Para eliminar metilmercaptano se puede usar dentífrico con otras sustancias que interfieran las enzimas de las bacterias que lo producen. El enjuague típico es con un

elixir como listerina (mezcla de alcohol y agua con ácido benzoico y saborizantes naturales como el timol y el mentol). Así se eliminará la mitad, más o menos, de las bacterias de la boca. Una forma más popular de limpiarla es incrementar el flujo de saliva mascando chicle.

También los pies pueden albergar microbios que desprenden metilmercaptano, sobre todo si los calcetines no están limpios y los zapatos mal ventilados (condiciones alcalinas, ideales para bacterias). Se puede pedir al alumno que:

1. Investigue la acción del carbón vegetal en las plantillas para eliminar el olor de pies (7).
2. Proponga una manera de eliminar metilmercaptano usando un dentífrico que contenga otras sustancias. (La respuesta es zinc y sales de estaño).

2.10. Plásticos solubles en agua

Una aplicación de los plásticos es la fabricación de bolsas para recoger la ropa sucia de los hospitales. Cuando existe riesgo de recoger la ropa sucia de ciertos enfermos, esta ropa se introduce en bolsas solubles de forma que los trabajadores de las lavanderías no tengan que tocarlas y las bolsas se disuelven en agua caliente. También se encuentran en los envases de algunos desinfectantes para WC. En España, se comercializa con el nombre de "Pato WC" o "Pato bloc", un desinfectante que se introduce en una red colgante dentro del inodoro. Las instrucciones indican que se introduzca con su envoltorio al ser soluble en agua fría.

Otra aplicación son los hilos quirúrgicos para suturas de cirugía. Se utilizan diferentes hilos con diversos grados de solubilidad en función de la rapidez con que se pretende disolver.

2.11. El canto de los grillos y la cinética química

Los animales de sangre fría llevan a cabo sus funciones a mayor velocidad cuando la temperatura del entorno es elevada. Así en una noche de verano cuando los grillos se reúnen puede apreciarse un chirriar continuado y con una frecuencia regular, a diferencia de lo que sucede por el día, que chirrían de forma aislada y con una frecuencia discontinua. Este hecho fue encontrado en 1897 por Dolbear que comprobó que la velocidad con que chirrían además de regular es directamente proporcional a la temperatura ambiental según una expresión que calculó, suponiendo que esta velocidad es una medida directa de su velocidad metabólica.

A diferencia de los anteriores, los animales de sangre caliente mantienen una temperatura constante y, en consecuencia, mantienen una vida química así mismo constante. Podemos pedir al alumno que:

1. Escriba la expresión de Dolbear y calcule con ella la energía de activación en el intervalo de temperatura de una noche típica de verano y que repita el cálculo si los datos se obtienen por el día.

3. RESULTADOS

Hemos hecho una estadística en dos grupos de 20 alumnos cada uno de muy similares características. Durante el curso, en uno de ellos, grupo A, se impartió la asignatura de forma tradicional, y en el otro, grupo B, se explicaron, además, cuestiones de química de la vida cotidiana. Al finalizar el curso, el número de aprobados en el grupo B excedía un 20 % al número de aprobados en el grupo A.

4. CONCLUSIONES

La influencia creciente de las ciencias y la tecnología, su contribución a la transformación de nuestras concepciones y formas de vida, hacen conveniente la inclusión de una formación científica (indebidamente minusvalorada) como un elemento clave de la cultura general de los futuros ciudadanos y ciudadanas. Por ello esta metodología contribuye a hacer más atractiva y comprensible la Química en los estudios de los grados en Ingeniería.

REFERENCIAS

1. D. Ausubel, J. Novak y H. Hanesian. *Educational psychology: A cognitive view*. Ed. Holt, Rinehart y Winston. New York (1978).
2. L. Vlasov y D. Trifonov. *Química Recreativa*. Editorial Mir. Moscú (1972).
3. F. Vinagre y otros. *Cuestiones curiosas de Química*. Ed. Alianza. Madrid (1995).
4. A. Gómez y A. de Andrea. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, **2003**, Vol. 37, 99-105.
5. A. Gómez y A. de Andrea. *El aprendizaje significativo y funcional: una herramienta metodológica en la física de segundo de bachillerato* (pp. 61-66). Jornadas sobre Didáctica de la Física y la Química en los distintos niveles educativos. Madrid (2005).
6. I. Piñar, A. de Andrea y A. Gómez. *Física 2º de Bachillerato*. Editorial Edelvives. Madrid (2003).
7. Revista de divulgación del IES Victoria Kent (Madrid). *El rincón de la ciencia*. <http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/rincon.htm>.
8. J. L. Arsuaga e I. Martínez. *Amalur (Del átomo a la mente)*. Ed. Temas de hoy. Madrid (2002).
9. M.A. Gómez. *Materiales didácticos: Química (bachillerato)*. MEC. Madrid (1993).
10. *Didáctica de la Química y vida cotidiana*. <http://quim.iqi.etsii.upm.es/vidacotidiana/Inicio.htm>

UN APRENDIZAJE INTERDISCIPLINAR DE LA QUÍMICA EN LOS ESTUDIOS DE GRADO

Ana Gómez Gómez^a y Ángel de Andrea González^b

^aIES "Parque Aluche" C/ Maqueda 86. 28024-Madrid. agomezygomez@yahoo.es

*^b Universidad Carlos III de Madrid. Escuela Politécnica Superior
Av. Universidad, 30. 28991-Leganés (Madrid) aandrea@fis.uc3m.es*

Este artículo muestra una metodología para hacer más atractiva la enseñanza de la Química en un primer curso de grado basada en un aprendizaje significativo, funcional e interdisciplinar. La relación de los contenidos tradicionales con otras materias como Literatura, Economía, Historia, Arte, Física, Biología y Geología entre otras, es un aspecto que mejora no sólo el proceso de enseñanza y la imagen de la Ciencia en general, sino la de la Química en particular.

1. INTRODUCCIÓN

La utilización de una metodología basada en el aprendizaje significativo tiene en cuenta que la Química:

- Organiza los conocimientos en torno a núcleos significativos.
- Permite combinar el aprendizaje por recepción y el aprendizaje por descubrimiento.
- Da importancia a los procedimientos a través de la experimentación y el proceso de investigación.
- Realza el papel activo del alumno en el aprendizaje de la ciencia.
- Desarrolla actitudes de gran importancia en la formación científica y personal en el alumnado.

El origen del aprendizaje significativo hay que situarlo en la década de los sesenta, cuando D. P. Ausubel lo acuñó para definir lo opuesto al aprendizaje repetitivo (1).

Para este autor y para sus seguidores, la significatividad del aprendizaje se refiere a la posibilidad de establecer vínculos sustantivos y no arbitrarios entre lo que hay que aprender, el nuevo contenido y lo que ya se sabe, lo que se encuentra en la estructura cognitiva de la persona que aprende (sus conocimientos previos). Este aprendizaje está ligado inherentemente al aprendizaje funcional. Se entiende que un aprendizaje es funcional cuando la persona que lo ha realizado puede utilizarlo efectivamente en la situación concreta para resolver un problema determinado.

2. EL APRENDIZAJE INTERDISCIPLINAR DE QUÍMICA

Este trabajo se funda en hechos bien conocidos (Piaget, Ausubel, Novak, Gowin) desde el punto de vista de la psicología del aprendizaje (1). La información se retiene mejor cuanto mayor es el número de vías por el que se accede a ella. La información se retiene y se utiliza mejor si accede a una mente en la que existe ya una red de

conocimientos con los que pueda enlazarse, y tanto más cuanto mayor sea el número de enlaces que puedan establecerse.

El entorno se entiende mejor si se dispone de una formación interdisciplinar. Cualquier actividad intelectual sugiere un número de preguntas que no pueden contestarse, en general, en el marco de conocimientos que competen dicha actividad. Cuanto más amplia sea la actividad, más motivadora es. La Química puede relacionarse con otras disciplinas tradicionales de Ciencias, como la Física, la Biología y la Geología y con otras de corte menos tradicional como Historia, Economía, y Literatura.

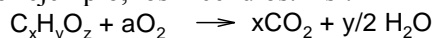
La Química es una materia de vital importancia en el desarrollo de la sociedad actual. Por ello es muy importante mostrar a los alumnos no solamente determinados contenidos de ella, sino una visión interdisciplinar que permita de una manera más sencilla comprender sus conceptos y facilite un aprendizaje significativo dotándola de un carácter integral en la formación del alumno. No debemos olvidar que la Química es importante en el desarrollo social y tecnológico de las distintas sociedades, con gran influencia en la configuración y evolución de las mismas y, al mismo tiempo, su propia evolución y desarrollo está condicionada por la sociedad en la que genera. Es decir, la Química es una manifestación de la sociedad, como lo es la lengua, la música o la filosofía.

El recurso que presentamos posee la característica de que puede ser utilizado como actividad motivadora, de desarrollo, de refuerzo o ampliación de cada tema tratado. A modo de ejemplo, hemos seleccionado algunos ejemplos pudiéndose comprobar otras experiencias que le han usado (2-4).

2.1. El cambio climático y el equilibrio del dióxido de carbono

El CO₂ es esencial para el mantenimiento de la temperatura y las condiciones medioambientales de la superficie de la Tierra. Llega a la atmósfera como resultado de tres tipos de procesos: la oxidación de la materia orgánica, el vulcanismo y el metamorfismo. Veamos con detalle cada uno:

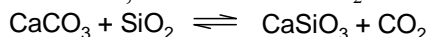
1.-La oxidación de la materia orgánica se produce en la respiración de los seres vivos, la combustión de residuos de fósiles y otros procesos relacionados con la actividad humana como, por ejemplo, los incendios. Así:



2.-El calor que se libera en la actividad volcánica provoca la pirólisis de los carbonatos. El proceso es endotérmico y un aumento de la temperatura provoca un desplazamiento del equilibrio hacia la derecha:



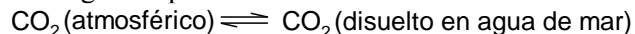
3.-En el metamorfismo, la presión y la temperatura producen la reacción de los carbonatos con minerales de silicio, liberando más CO₂:



Por otra parte, el gas se retira de la atmósfera mediante tres maneras: la

fotosíntesis, la fijación por las plantas y la disolución en el mar. La lluvia arrastra el CO₂ que reacciona con los silicatos de la superficie y se transforman en bicarbonatos, que llegan al mar en nuevos procesos de arrastre. Si el CO₂ atmosférico va directamente al mar, sus organismos lo utilizan, bien en la fotosíntesis o transformado en bicarbonatos o carbonatos que formarán parte de caparazones y otros sedimentos.

Así pues, se establece un equilibrio entre las dos reservas de CO₂ más importantes, que viene regulado por la relación:



La temperatura influye en el desplazamiento de este equilibrio: si aumenta el CO₂ atmosférico, el efecto invernadero hará que se incremente la temperatura y, con ello, la evaporación y las lluvias, que acaban retirando el CO₂ de la atmósfera. Si se reduce el CO₂ atmosférico, disminuye el efecto invernadero y la temperatura de la atmósfera, con lo que habrá una menor retirada de este gas por la lluvia y dará tiempo a que la oxidación de la materia orgánica, el vulcanismo y la meteorización restablezcan los niveles de CO₂.

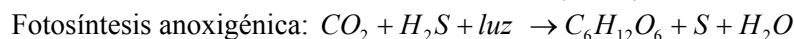
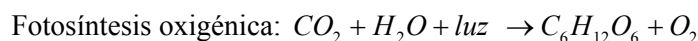
Este mecanismo hace que la temperatura en el sistema Tierra-atmósfera varíe muy poco, considerando un intervalo de tiempo geológico. No obstante, recientemente se ha detectado cierto incremento, que puede ser debido al aumento en la cantidad de CO₂ vertido a la atmósfera.

Para acabar podemos hacer que el alumno reflexione sobre posturas diferentes que produzcan cierto debate en el aula. Algunas de ellas podrían ser las siguientes:

1. Yo no tengo responsabilidad en el cambio climático (o cambio global), eso es cosa de los políticos.
2. El cambio climático es el precio que hay que pagar para conseguir la sociedad del bienestar.
3. El cambio climático puede tener consecuencias muy graves para el futuro de la sociedad y debemos hacer todo lo posible para detenerlo.

2.2. El oxígeno ¿causa de la vida en la Tierra?

Hasta hace poco se pensaba que el oxígeno y la luz solar eran indispensables para la síntesis de materia orgánica y por tanto de la vida y que era exclusiva de las plantas. Pero la fotosíntesis que produce oxígeno no es exclusiva de plantas, también la realizan organismos unicelulares como cianobacterias y algas. Además hay otra manera de autoprocursarse el sustento, como la fotosíntesis anoxigénica realizada por las bacterias rojas y verdes del azufre. Si comparamos ambos procesos de forma general observamos diferencias:



Es evidente que al ver el primer proceso, podemos decir que los productores de

oxígeno determinaron la vida en nuestro mundo. Este elemento es tóxico para los seres vivos y sólo aquellos que fueron capaces de encontrar mecanismos para tolerarlo y usarlo en sus propias reacciones químicas pudieron expandirse por el planeta. Como ventaja adicional, se obtiene una gran cantidad de energía, propia de organismos pluricelulares de compleja organización. Sin oxígeno, los animales no podríamos vivir en este mundo.

Pero a finales del s. XIX se descubrió que existen bacterias que generan su propia materia orgánica en ausencia de luz. Estos organismos autótrofos que no emplean la fotosíntesis son los *quimiolitotrofos* y al igual que los organismos fotosintetizadores, necesitan un donante de electrones y una fuente de energía para convertir el dióxido de carbono en materia orgánica. El donante de electrones puede ser el hidrógeno (bacterias del hidrógeno), el sulfuro de hidrógeno (bacterias incoloras del azufre), el amoníaco (bacterias nitrificantes) y la forma ferrosa del hierro para estas bacterias. Así, en presencia de oxígeno, el hidrógeno se oxida a agua, el sulfuro pasa a sulfato, el amoníaco a nitritos y la forma ferrosa del hierro se transforma en la férrica. Obtienen curiosamente a la vez la energía que es la liberada al oxidarse los donantes electrónicos (adaptado de (5)).

Hay también organismos quimiolitotrofos que no necesitan oxígeno sino que emplean otros oxidantes, más débiles, como el dióxido de carbono, el azufre, los sulfatos, los nitritos, o el hierro en su forma férrica. Podríamos plantear al alumno la siguiente cuestión:

1. Los quimilitotrofos que no emplean el oxígeno ¿son realmente independientes de cualquier tipo de fotosíntesis y de la luz solar?
2. Elabora una teoría que trate de explicar qué organismos crees que aparecieron en primer lugar en la Tierra relacionándolo con una atmósfera oxigénica y otra sin este gas.

2.3. El oxígeno, el carbonato de calcio y el esqueleto de los animales

La aparición de los esqueletos mineralizados sobre la Tierra hace unos 550 millones de años (en el Cámbrico) es un aspecto lleno de enigmas. Están formados por piezas duras y rígidas, en cuya composición intervienen sales minerales como el carbonato y el fosfato cálcico. Su aparición puede ser explicada en base química por lo siguiente:

La principal ventaja del esqueleto es la capacidad de aislarse del medio, incluida la defensa contra depredadores, y una mejor acción muscular. Pero son las condiciones físico-químicas de los océanos las que permiten explicar cuándo aparecieron. Así la atmósfera primitiva de la Tierra anoxigénica consiguió acumular poco a poco el oxígeno producido por las cianobacterias (la prueba está en los datos de radiactividad de las rocas sedimentarias). Pero es la respiración la que determina la relación entre el nivel de oxígeno en la atmósfera y la aparición del esqueleto. Así, la cantidad de oxígeno disuelto en el agua marina, lugar donde vivían los seres vivos de esa época, depende directamente de la cantidad de este gas presente en la atmósfera. Si la

concentración de oxígeno atmosférico y marino es baja, los animales necesitan una gran superficie corporal para realizar el intercambio gaseoso con el exterior y su respiración es cutánea. En estas condiciones, el animal no puede aislarse con un caparazón. Sólo si la concentración de oxígeno disuelto es mayor puede cubrir su cuerpo con esqueleto mineral y desarrollar un aparato respiratorio (adaptado de (5)). Podríamos plantear al alumno la siguiente cuestión:

1. Relaciona la aparición de distintas especies animales en la Tierra con la concentración de oxígeno existente en la atmósfera.

2.4. Los colorantes químicos, la igualdad social y el arte

Recordemos que la púrpura era el pigmento natural obtenido de manera accidental de un molusco, el múrex, que se usó como signo de distinción por los romanos en el color de sus túnicas, pues se necesitaban 9000 moluscos para obtener un gramo de púrpura.

Pero quizá los primeros químicos, los egipcios, obtuvieron un pigmento artificial en la Edad del Bronce. Es la frita egipcia o azul egipcio que ha sido identificado en objetos del 2500 a.C. y que no es resultado del azar ni el producto feliz de una mezcla aleatoria de materiales. Está elaborado con una parte de óxido de calcio y una parte de óxido de cobre con cuatro partes de cuarzo (sílice). Los ingredientes crudos son minerales: greda o piedra caliza, un mineral de cobre como la malaquita y arena. Se calcina en un horno de cuba a temperaturas entre 800 y 900 °C. La temperatura es crucial, por lo que debemos suponer que los egipcios podían controlar la intensidad del fuego con total exactitud. El resultado es un material azul, opaco y quebradizo que se transforma en pigmento macerándolo hasta pulverizarlo (6).

Pero sin duda la Química al sintetizar colorantes y abaratar su precio ha colaborado a atenuar las diferencias entre clases sociales. No olvidemos que la tinción de vestimentas hacia 1850 gracias a la obtención por Perkin de la púrpura de anilina, malva o mauveína ha permitido que la clase trabajadora pudiera llevar ropa coloreada y dejara de usar la gama prácticamente monocromática de blancos, negros y grises que tanto la diferenciaban de la burguesía. No olvidemos tampoco que la mauveína se vendía tan cara como el platino y que el color malva hacía furor en la corte victoriana y que en siglos pasados se acordaba de manera contractual las cantidades de pigmentos naturales a utilizar en los lienzos a causa de su elevado precio.

Por otro lado, estos colorantes más económicos facilitaron la labor de pintores al poderse permitir dejar de usar pigmentos naturales de los animales, de la naturaleza o de los minerales que les limitaban en su paleta cromática. Es a partir del impresionismo cuando amplían su abanico de colores, con la introducción del morado de la mauveína, del rojo de alizarina.

Y la próxima vez que nos pongamos nuestros vaqueros podemos recordar a Baeyer que sintetizó a finales del s. XIX el índigo, el azul de nuestros pantalones.

2.5. Los plásticos: indicadores económicos del desarrollo de un país

El mundo sería totalmente diferente sin fibras artificiales, sin plásticos o sin elastómeros; el campo de la electrónica no contaría con la utilidad de los aislantes y de los plásticos conductores. Las botas de un jugador de fútbol son plásticos, el móvil, el DVD, el pegamento, el ordenador, la carrocería del coche, el chaleco antibalas, los decorados del cine, un anticonceptivo masculino son fundamentalmente de plástico. La producción de un plástico como el etileno se considera como un indicador del desarrollo económico de un país, en lugar del utilizado hasta hace poco que era el índice del ácido sulfúrico utilizado en un país.

Podemos pedir al alumno que:

1. Investigue otros indicadores económicos, por ejemplo, la cantidad de residuos sólidos urbanos (RSU), producidos por un país, aunque obviamente de manera inversa.

2.6. La polimerización y el progreso social

Quizá la aportación de la Química a la sociedad con mayor efecto en la vida es la polimerización. Cada día aparecen nuevos materiales poliméricos que sustituyen a otros. Este campo ha influido en la difusión de la cultura musical, cinematográfica y de nuestro ocio. Las fibras químicas son la única manera de vestir a la población creciente. No se pueden producir fibras naturales (seda, algodón, hilo) suficientes sin afectar negativamente al suministro de alimentos para la humanidad, siendo por ello un requisito de sostenibilidad. Así por ejemplo una planta industrial que produzca 150 t/día de poliéster es el equivalente a 100 000 hectáreas de tierra dedicadas al cultivo de algodón. Otra que produzca 150 t/día de fibras acrílicas proporciona un equivalente a la producción de lana de 12 millones de ovejas; la tierra necesaria para soportar estas ovejas es igual a la superficie de Bélgica.

Las fibras químicas liberan así la tierra cultivable para producir alimentos produciéndose un innegable beneficio y progreso social. Pero no sólo la tierra se libera, también la población femenina de modas subyugantes. Para comprobarlo basta con pedir al alumno que:

1. Investigue sobre el incuestionable beneficio económico que produjo a la población femenina la obtención de nylon 6,6 y la fabricación de medias.
2. ¿A qué sustancia natural sustituía y qué hecho histórico impidió su producción en el s. XX?

2.7. Los metales, las aleaciones y el dominio de los pueblos

La mayoría de los elementos de la tabla periódica son metales que están combinados en la Naturaleza con otros elementos y no son fáciles de reconocer o extraer. El hombre primitivo los descubrió en meteoritos, en pequeños núcleos de oro, o en el cobre metálico de cenizas del fuego hecho sobre la roca. Al ser raros, atractivos

y no alterarse con el tiempo, llegaron a tener alto valor de intercambio. Al principio, las piezas de metal (oro, plata o cobre) se usaban en las transacciones comerciales y hacia el 700 a.C. se fabricaron patrones de metal (monedas).

Lo que les hizo aún más valiosos era que podían ser más cortantes que la de la piedra. El primer metal obtenido en cantidad razonable fue el cobre (4000 a.C.) pero era blando para fabricar armas. Al encontrarse menas de cobre con estaño, la aleación de cobre-estaño (bronce) era ya lo suficientemente dura para este uso. Por ello, la Edad del Bronce reemplazó a la de la Piedra, en Egipto y Asia Occidental, hacia el 3500 a.C., y en el sudeste de Europa, hacia el 2000 a.C.

Aunque el hierro se conoció cuando el bronce, su fundición no se hizo hasta 1400 a. C. Un ejército con armas de hierro derrotaba a otro con ellas de bronce, y fueron los hititas los primeros en utilizar masivamente las armas de hierro, dominando Asia Occidental hasta ser sucedidos por los asirios (800 a.C.). Los dorios introdujeron la Edad del Hierro en Europa, al invadir Grecia y derrotar a los aqueos, que habían cometido el error de seguir en la Edad del Bronce.

El hierro se obtiene calentando con carbón la mena de hierro, normalmente óxido de hierro (III). Su metalurgia a gran escala para hacer hierro forjado o colado comenzó en la Edad Media. Los químicos del s. XVIII comprendieron que lo que determinaba la dureza y resistencia del hierro era su contenido en carbono y que de un 0,2 a un 1,5 % el acero resultante era más duro y resistente que el hierro forjado. Estaba en marcha la Edad del Acero, que sigue siendo hoy la materia prima preferida para muchos objetos. Adaptado de (7).

Como vemos el dominio de los recursos de un país permite dominarlo, siendo una constante en la historia y también hoy en día. Actividades para el alumno pueden ser las relacionadas con este hecho:

1. Investiga sobre los problemas bélicos derivados del control de la extracción de diferentes materias primas y las zonas del planeta afectadas. Por ejemplo, se puede trabajar con el petróleo, el oro, el marfil, el caucho, el coltán y los diamantes.

2.8. Un gas con olor a almendras amargas y un Nobel de literatura

Un ejemplo que muestra que la Química no está tan alejada de la cultura general como se piensa, y que la Ciencia es una actividad social y humana que está muy presente en nuestra vida se produce al iniciar la lectura de la maravillosa novela del Nobel de Literatura de 1982:

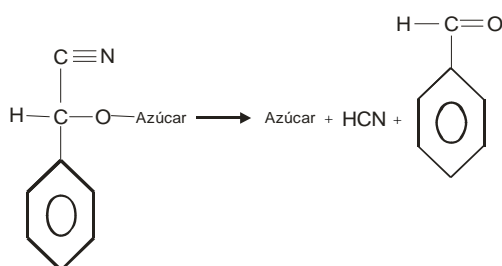
” Era inevitable: el olor de las almendras amargas le recordaba siempre el destino de los amores contrariados. El doctor Juvenal Urbino lo percibió desde que entró en la casa (...) Jeremiah de Saint-Amour, inválido de guerra, fotógrafo de niños y su adversario de ajedrez más compasivo, se había puesto a salvo de los tormentos de la memoria con un sahumero de cianuro de oro. Encontró el cadáver cubierto con una manta en el catre de campaña donde había dormido siempre, cerca de un taburete con la cubeta que había servido para vaporizar el veneno.

(...)Poco después acudió el comisario con el practicante, y ambos habían hecho un

registro de la casa en busca de alguna evidencia contra el aliento inconfundible de las almendras amargas” (8)

Como periodista de sucesos García Márquez conocía bien la utilización de productos químicos y sus efectos en el organismo. Como sabemos el olor a almendras amargas no es ni más ni menos que el cianuro y sus efectos inmediatos son estupor, confusión, estado alucinatorio, pérdida del conocimiento, problemas de respiración y muerte que pueden ser la clave de su identificación.

El almendro de algunas variedades (Dulcis y Amara) posee como fruto la almendra amarga que contiene amigdalina. Al mezclar la almendra con la saliva (agua) obtenemos glucosa (hidrato de carbono), benzaldehído (es el que aporta el sabor amargo) y ácido cianhídrico (HCN). El HCN al formar sales produce el cianuro, un potente veneno.



Con una dosis relativamente baja se producen náuseas, trastornos respiratorios e hipotermia. Con la dosis suficiente (20 almendras en adulto) se produce una asfixia repentina y letal. Cuestiones para el alumnado pueden ser:

1. ¿Qué es un sahumero? Averigua sus aplicaciones.
2. ¿Por qué se utilizan las sales de oro en fotografía si es un metal caro y poco reactivo? ¿Qué otros metales se utilizan en fotografía?
3. Explica en qué fragmento del texto se habla de un cambio de estado. Di en cuál se encontraba el cianuro inhalado.
4. ¿Qué sustancia tienen las almendras amargas que les produce el olor característico?
5. Explica las causas que produjeron la muerte del refugiado antillano describiendo con tus palabras cómo fue detectado y señalando en el texto las pistas que te permiten averiguarlo.
6. Busca otros libros con fragmentos que hagan alusión a la Química de la literatura española y universal.

3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Hemos hecho una estadística en dos grupos de 20 alumnos cada uno de muy similares características. Durante el curso en uno de ellos se impartió la asignatura de forma tradicional, y en el otro se utilizó esta metodología. Al finalizar el curso el número de aprobados en el segundo grupo B superaba en un 20 % los aprobados del otro.

La influencia creciente de las ciencias y la tecnología, su contribución a la

transformación de nuestras concepciones y formas de vida, hacen conveniente la introducción de una formación científica interdisciplinar, como un elemento clave de la cultura general de los futuros ciudadanos y ciudadanas, que les prepare para la comprensión del mundo en que viven y para la necesaria toma de decisiones.

Desde un punto de vista de un aprendizaje significativo, funcional e interdisciplinar, la Química, introduce en el alumnado un cierto interés en la asignatura así como una mejora en su capacidad de razonamiento. De esta forma el alumnado comprueba que la Química no está tan alejada de la cultura general como solía pensar y que contribuye a la formación de los estudios de los Grados de Ingeniería.

La Química es en definitiva una actividad social y humana que está muy presente en nuestra vida. Bastaría con iniciar la lectura de la novela anteriormente citada (8).

REFERENCIAS

1. D. Ausubel, J. Novak y H. Hanesian. *Educational psychology: A cognitive view*. Ed. Holt, Rinehart y Winston. New York (1978).
2. A. Gómez y A. de Andrea. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, **2003**, Vol. 37, 99-105.
3. A. Gómez y A. de Andrea. *El aprendizaje significativo y funcional: una herramienta metodológica en la física de segundo de bachillerato* (pp. 61-66). En *Didáctica de la Física y la Química en los distintos niveles educativos*, Ed. Sección de Publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid (2005).
4. I. Piñar, A. De Andrea y A. Gómez. *Física 2º de Bachillerato*. Ed. Edelvives. Madrid (2003).
5. J. L. Arsuaga e I. Martínez. *Amalur (Del átomo a la mente)*. Ed. Temas de hoy. Madrid (2002).
6. Ball Philip. *La invención del color*. Ed. Turner (2001)
7. I. Asimov. *Nueva guía de la ciencia*. RBA Ediciones. Barcelona (1984).
8. Gabriel García Márquez. *El amor en los tiempos del cólera*. Alfaguara. Madrid (2000).

Parte III

Evaluación del Proceso Formativo

¿CÓMO EVALUAR LA COMPETENCIA ORIENTACIÓN A LA CALIDAD?

Damián Pérez Quintanilla, Ruth Ballesteros Gómez, Sonia Morante Zarcero, Alfredo Sánchez Sánchez e Isabel Sierra Alonso

Departamento de Química Inorgánica y Analítica, ESCET
Universidad Rey Juan Carlos, c/ Tulipán s/n, Móstoles, Madrid.
damian.perez@urjc.es

En este trabajo se describe una actividad docente realizada así como los resultados obtenidos en la misma, con alumnos de las titulaciones de Ingeniería Química e Ingeniería Técnica Industrial de la Universidad Rey Juan Carlos en la asignatura de Experimentación en Química. Las actividades realizadas contribuyeron al desarrollo de herramientas para la evaluación de la competencia orientación a la calidad. Para ello, se realizaron distintas experiencias prácticas, entre las que se incluyó la participación en el VIII Ejercicio de Intercomparación entre estudiantes de Química Analítica en las Universidades Españolas.

1. INTRODUCCIÓN

Después de la firma del acuerdo de creación de un Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) dentro de la enseñanza universitaria, el papel del trabajo individual y en grupo del alumno se enfatizará y la nueva metodología educativa deberá centrarse en el estudiante, adaptándose a las necesidades del mismo (1). El EEES ha de considerarse, por tanto, como un proyecto de mejora y calidad de la educación universitaria, las materias se deberán planificar precisando las metodologías de enseñanza-aprendizaje adecuadas para la adquisición de competencias, así como los criterios y procedimientos de evaluación a utilizar para comprobar que se han adquirido realmente (2).

La orientación a la calidad es una competencia que intenta buscar la mejora en cualquier actividad profesional desarrollada: docente, investigadora, comercial, etc. Se trata de una competencia orientada no sólo a los resultados obtenidos, sino también a la manera de obtenerlos, busca la eficacia y la eficiencia en las actividades desarrolladas y en los resultados obtenidos. Esta competencia se ha convertido en algo que todo el mundo exige y desea en cualquier profesional y que va a diferenciar a un verdadero profesional del que no lo es (3).

La obtención de la competencia orientación a la calidad por parte del alumnado pretende que estos desarrollen una serie de comportamientos en el trabajo diario basado en la observación de una serie de normas y exigencias, de forma que el trabajo se realice de forma sistemática y disciplinada.

Esta competencia trata de fomentar en el alumno el interés por la importancia del proceso en el que se obtienen los resultados, como se van a realizar las tareas para la obtención de los mismos, métodos empleados, procedimientos que se llevan a cabo,

como se deben y pueden coordinar y controlar todas las tareas realizadas en el proceso de obtención de resultados etc., en definitiva, el control de todos los detalles que intervienen en los procedimientos experimentales llevados a cabo para la obtención de resultados en un laboratorio en el caso de disciplinas experimentales como la Química.

Como se ha comentado anteriormente, la persona preocupada en la calidad no sólo prestará atención a los procedimientos y metodologías empleadas para la obtención de resultados sino también en la obtención de buenos resultados, si los resultados que se obtienen son malos o muy alejados de lo esperado no podremos hablar de calidad en el trabajo desempeñado.

Una buena evaluación de los conocimientos, capacidades y habilidades de los estudiantes es crucial en el proceso de aprendizaje (4). Para evaluar una competencia práctica como la orientación a la calidad necesitamos ampliar los métodos evaluativos más allá del examen escrito tradicional. En la actualidad existe una amplia gama de técnicas evaluativas, en función del proceso de evaluación. En este trabajo se abordan como metodología de evaluación procedimientos de observación muy sistematizados y estructurados. Los procedimientos de observación comprenden técnicas muy diversas que tienen en común describir u obtener información mediante el registro del comportamiento que manifiesta más o menos espontáneamente una persona (5).

Para la evaluación de la adquisición de la competencia orientación a la calidad se establecen una serie de niveles de dominio (3) en la competencia, cada uno de estos niveles de adquisición se puede evaluar mediante el grado de logro o de consecución de una serie de indicadores. Nuestro grupo de trabajo ha desarrollado por tratarse de alumnos de primeros cursos, diez indicadores para evaluar el grado de consecución de la competencia orientación a la calidad para el primer nivel o nivel básico de logro de la competencia, ya que el resto de niveles deben alcanzarse por parte del alumno a lo largo de la carrera, por tratarse la competencia orientación a la calidad una competencia genérica transversal (6,7).

2. OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo consistió, por un lado, en el desarrollo de herramientas para la evaluación de la competencia orientación a la calidad y, por otro, en el análisis de los resultados obtenidos tras aplicar la nueva metodología docente en una asignatura práctica como la Experimentación en Química, en el módulo correspondiente a la Química Analítica, en las titulaciones de Ingeniería Química, la doble titulación de Ingeniería Química - Licenciado en Administración y Dirección de Empresas y la Ingeniería Técnica Industrial, especialidad Química Industrial, de la Universidad Rey Juan Carlos (URJC).

3. METODOLOGÍA

Como se ha comentado anteriormente, el desarrollo de herramientas para la evaluación de la competencia orientación a la calidad se ha realizado con alumnos de

distintas titulaciones. En cada una de estas titulaciones, los alumnos se dividieron en dos grupos, por orden alfabético, con un total de cuatro grupos de trabajo. Las actividades experimentales empleadas en este estudio se realizaron en los laboratorios de Química Analítica de la Asignatura Experimentación en Química que se imparte en segundo curso.

Para la evaluación del grado de consecución de la competencia orientación a la calidad se han empleado como técnicas evaluativas la técnica de observación por parte del profesorado, a través de registros y la entrega de un informe escrito sobre la actividad práctica realizada. Se ha realizado la calificación de acuerdo a diez indicadores que comprenden desde el orden y limpieza con el que se realiza el trabajo, hasta el tiempo empleado para completar las tareas propuestas. Cada indicador se califica en base a cinco descriptores que indican el nivel de logro del mismo. Estos indicadores se han aplicado a las distintas experiencias prácticas realizadas con los alumnos. En la Tabla 1 se muestran los descriptores e indicadores empleados en la evaluación de la competencia para un nivel de dominio básico. Todos estos indicadores, así como sus descriptores, fueron puestos en conocimiento a los alumnos para que en todo momento fueron conscientes del proceso evaluativo y los criterios aplicados en dicha evaluación.

La evolución de cada uno de los indicadores propuestos para la consecución de la competencia con el desarrollo de las actividades sugeridas se ha realizado de diversas maneras. Por un lado, se ha realizado un seguimiento tanto a nivel personal como a nivel de grupo, con el empleo de técnicas de observación. Además, se han cumplimentado fichas de registro el primer y último día de prácticas de laboratorio. A su vez, los alumnos también realizaron un proceso de autoevaluación de la competencia, inicial y final, pudiendo de esta forma contrastar la percepción que los alumnos tienen en lo que respecta al grado de consecución de la competencia con la del profesor.

El primer día de laboratorio se procedió a la realización de una autoevaluación inicial y una evaluación inicial o “cero” por parte del profesorado. Para ello, en el caso de la autoevaluación inicial finalizada la experiencia práctica cada alumno respondió a un test con cuestiones relacionadas con los indicadores a evaluar. La evaluación inicial fue realizada por el profesorado mediante la calificación de los indicadores mostrados en la Tabla 1 a lo largo de la realización de la experiencia práctica propuesta en la primera sesión de laboratorio. Con los resultados obtenidos se procedió a un tratamiento estadístico, comparando los resultados obtenidos entre los cuatro grupos analizados y la autoevaluaciones y las evaluaciones cero realizadas por el profesorado. En la Figura 1, a modo de ejemplo, se muestran los resultados obtenidos para uno de los grupos de Ingeniería Química con los que se ha realizado el estudio.

En los resultados obtenidos se pudo observar como en todos los grupos estudiados, tanto de Ingeniería Química como en Ingeniería Técnica Industrial, en general los alumnos tienen una percepción en cada uno de los indicadores evaluados para alcanzar la competencia orientación a la calidad más favorable a la evaluación inicial realizada

por el profesorado sobre esos mismos indicadores, teniendo una percepción no realista a la hora de realizar las tareas asignadas.

Tabla 1. Descriptores e indicadores para la evaluación del nivel de adquisición de la competencia orientación a la calidad para un nivel de dominio básico.

| Indicadores | Descriptor 1 | Descriptor 2 | Descriptor 3 | Descriptor 4 | Descriptor 5 |
|--|---|---|--|--|---|
| Realiza el trabajo de forma ordenada y limpia | Trabaja de forma desordenada y sucia | Trabaja de forma descuidada | Trabaja con orden y limpieza | Trabaja muy ordenado y limpio | Sobresale su forma de trabajar limpia y ordenada |
| Trabaja de forma estructurada y organizada | Trabaja sin ninguna estructura ni organización | Trabaja con una estructura inadecuada | Trabaja de forma estructurada y organizada | Trabaja de forma muy estructurada y muy organizada | Su trabajo sobresale por la forma tan estructurada y organizada de trabajo |
| Sigue las indicaciones que el profesor le indica | No tiene en cuenta las explicaciones del profesor | Sigue parcialmente las indicaciones del profesor | Sigue las normas básicas dictadas por el profesor | Sigue con adecuación las normas y consejos del profesor | Sigue las explicaciones y propone mejoras de las normas |
| Comprende o entiende el trabajo que está realizando | No entiende el trabajo que está realizando | Entiende parte del trabajo que está desarrollando | Entiende de forma básica el trabajo que está realizando | Entiende perfectamente el trabajo realizado | Entiende y propone alternativas al trabajo realizado |
| Realiza el trabajo de forma detallada | No tiene cuidado alguno en los detalles | No tiene cuidado en los detalles más importantes | Cuida los detalles | Es muy meticuloso en su trabajo | Busca la perfección en el trabajo |
| Muestra interés por el trabajo realizado | No muestra ningún interés por el trabajo realizado | Muestra poco interés por el trabajo realizado | Muestra interés por el trabajo que realiza | Realiza el trabajo con mucho interés y profundidad | Destaca por el interés que muestra en sus trabajos |
| Los resultados obtenidos concuerdan con los esperados | Sus resultados nunca coinciden y se alejan del valor esperado | Ocasionalmente sus resultados coinciden con los valores esperados | Normalmente sus resultados coinciden con los valores esperados | La mayor parte de los resultados coinciden con los valores esperados | Siempre obtiene resultados coincidentes con los esperados |
| Trabaja de forma segura | Trabaja de forma insegura para consigo y sus compañeros | Alguna vez trabaja de forma insegura | Trabaja de forma segura normalmente | Siempre trabaja de forma segura | Siempre trabaja de forma segura e implica a sus compañeros a trabajar de forma segura |
| Demuestra sensibilización medioambiental | Desconoce los residuos generados en el trabajo del laboratorio y su posterior tratamiento | Conoce ocasionalmente los residuos generados en el laboratorio y su tratamiento | Conoce normalmente los residuos generados en el laboratorio y su tratamiento | Conoce siempre los residuos generados en el laboratorio y su tratamiento | Siempre reconoce los residuos generados, sus tratamientos y propone mejoras para disminuir la generación de residuos. |
| Finaliza sus trabajos en el tiempo indicado para ello | Emplea siempre más tiempo del necesario para finalizar sus tareas | Algunas veces emplea más tiempo del necesario para finalizar sus tareas | Termina sus tareas en el tiempo adecuado | Algunas veces termina su trabajo antes de tiempo | Siempre finaliza sus trabajos de forma correcta antes del tiempo necesario |

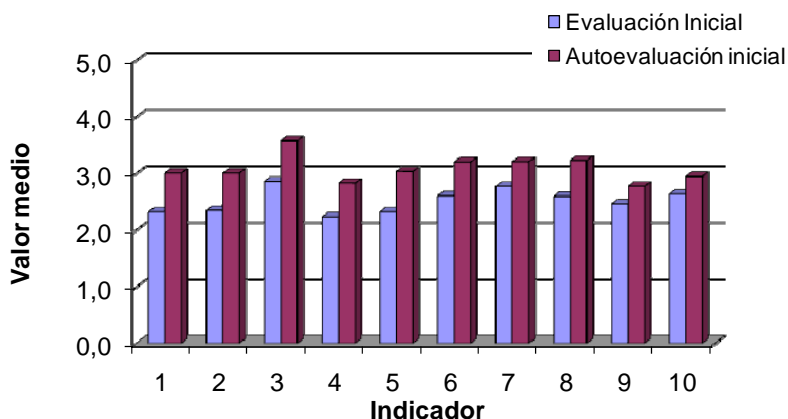


Figura 1. Resultados comparativos entre la autoevaluación inicial y la evaluación inicial para alumnos de Ingeniería Química.

Con objetivo de desarrollar la competencia en lo referente a cada uno de los indicadores evaluados, en cada sesión los alumnos fueron retroalimentados mediante la entrega y discusión con el alumno de informes diarios individualizados sobre las experiencias realizadas que cada alumno entregaba al profesorado al concluir la actividad. De esta forma, el profesorado hacía hincapié en que aspectos debían mejorarse para aumentar las puntuaciones alcanzadas en cada uno de los indicadores evaluados. En la última sesión de prácticas se procedió a realizar un ejercicio experimental comprendido dentro del VIII Ejercicio de Intercomparación entre estudiantes de Química Analítica en las Universidades Españolas, de forma que se motivaba al alumno a la hora de obtener buenos resultados que iban a ser comparados con los obtenidos por estudiantes de otras universidades en el mismo ejercicio experimental. Estas últimas experiencias se volvieron a evaluar de doble forma, por un lado mediante autoevaluación donde los alumnos contestaron a unas pruebas tipo test similares a las contestados el primer día de laboratorio y, por otro lado, hubo una evaluación individual de cada alumno por parte del profesor, similar a la realizada en la primera sesión de laboratorio en la que se emplearon técnicas de observación, donde el profesorado fue rellenando fichas que le permitían cuantificar el grado de consecución de cada indicador. Los resultados obtenidos para un grupo de alumnos de Ingeniería Química se muestran, a modo de ejemplo, en la Figura 2.

Se puede observar en ambas gráficas, como después de las acciones de retroalimentación llevadas a cabo en las experiencias prácticas realizadas se produce un aumento en la puntuación obtenida por los alumnos en cada uno de los indicadores evaluados.

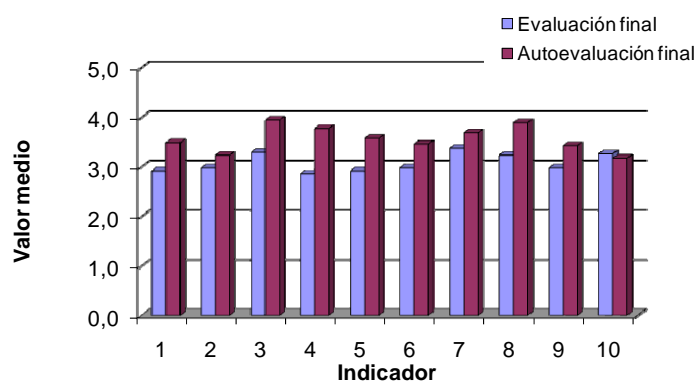


Figura 2. Resultados comparativos entre la autoevaluación y evaluación final para alumnos de Ingeniería Química.

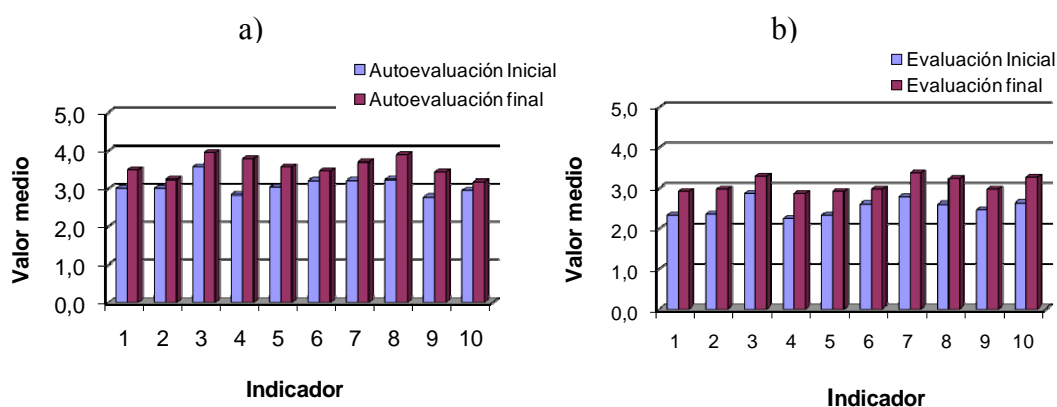


Figura 3. Comparativa entre la a) autoevaluación y b) evaluación de los indicadores para la consecución de la competencia orientación a la calidad obtenida para un grupo de alumnos de Ingeniería Química.

En la mayoría de los indicadores evaluados se observa una mejora similar en cuanto a la autoevaluación y la evaluación realizada por el profesorado, siendo en los indicadores 4 (Comprende o entiende el trabajo que está realizando) y 10 (Finaliza sus trabajos en el tiempo indicado para ello) donde existe mayor discrepancia entre los resultados obtenidos por los alumnos y los profesores. En el indicador 4 se observa como el alumno cree entender o comprender el trabajo mejor de lo que realmente lo está haciendo, mientras que curiosamente en el indicador 10 el alumno piensa que podría terminar los trabajos en menor tiempo y por eso de una puntuación más severa en la autoevaluación. Otro aspecto a destacar observado en este estudio es la diferencia que se puede encontrar en los valores de partida de los indicadores evaluados en función de si los grupos han realizado experiencias prácticas previas o no. De esta manera se puede observar como aquellos grupos que no han realizado ningún laboratorio (grupos de Ingeniería Técnica Industrial) en las experiencias

evaluadas presentan un nivel de partida relativamente más bajo, pero experimentan una mayor evolución en el grado de consecución de la competencia.

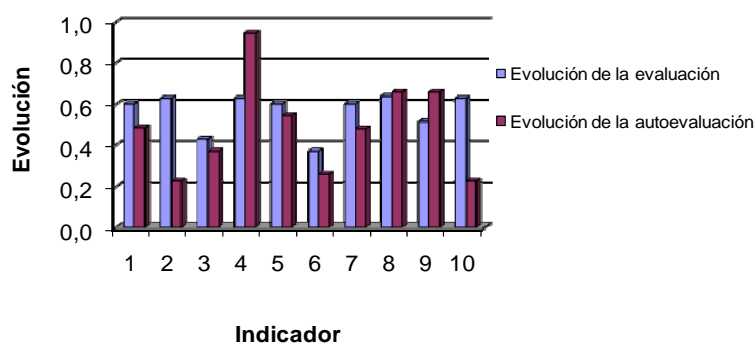


Figura 4. Evolución en la evaluación y autoevaluación de los indicadores de la competencia orientación a la calidad en un grupo de Ingeniería Química.

Por otro lado aquellos grupos que presentan una experiencia experimental previa parten de un valor ligeramente superior en cuanto a los conocimientos previos pero no alcanzan al final un mayor grado de consecución de la competencia orientación a la calidad.

Por último también se empleó una tercera forma de evaluación del grado de consecución de la competencia orientación a la calidad que consistió en la evaluación por parte de los compañeros (coevaluación) de las experiencias prácticas realizadas. En esta evaluación cada alumno evaluó a su compañero de prácticas, empleando cuestionarios tipo test similares a los empleados en la autoevaluación de los indicadores de la competencia.

En los resultados mostrados en la Figura 5, a modo de ejemplo para un grupo de alumnos de Ingeniería Química, se puede comprobar como en todos los indicadores evaluados se aprecia que no hay diferencias significativas entre los valores dados por el profesor (evaluación final), los compañeros (coevaluación) o el propio alumno (autoevaluación), aunque siempre se pueda observar la misma tendencia donde las notas menos favorables son las otorgadas por el profesor (evaluación) y las más favorables las que cada alumno se otorga así mismo (autoevaluación), siendo las notas de coevaluación intermedias entre ambas.

Se observa en la Figura 5 cómo para los indicadores 3, 4 y 8 es donde más discrepancia se produce entre las puntuaciones dadas por los alumnos, tanto la autoevaluación como la coevaluación, con la puntuación asignada por el profesorado (evaluación final). Estos indicadores hacen referencia en el caso del indicador 3 a las indicaciones dadas por el profesor, comprobándose que los alumnos creen seguir mejor las explicaciones que da el profesor de lo que realmente sucede. De igual forma en el indicador 4 que hace referencia al grado de comprensión con el que realizan el

trabajo los alumnos, estos creen comprender el trabajo realizado mejor de lo que el profesor considera. Por último, en el indicador 8 se pueden obtener las mismas conclusiones, los alumnos piensan que realizan el trabajo de forma más segura de lo que el profesor considera que lo están realizando.

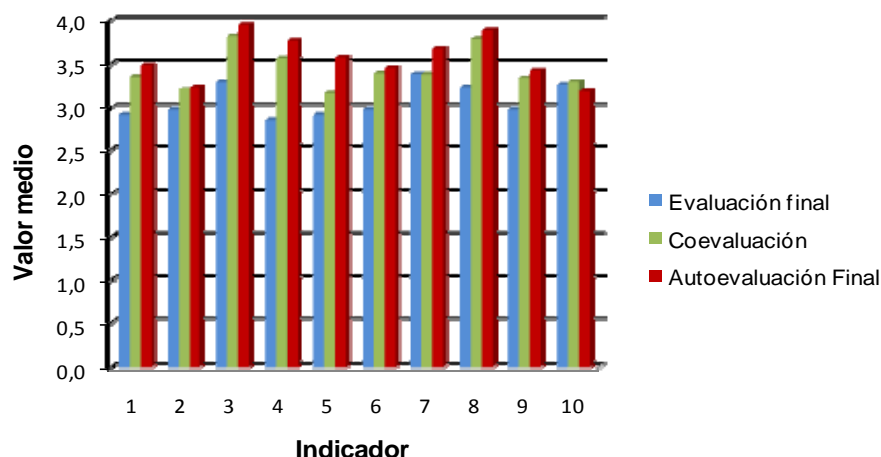


Figura 5. Comparativa de los resultados obtenidos para la evaluación realizada por el profesor (Evaluación final), evaluación realizada por los compañeros (Coevaluación) y evaluación realizada por el propio alumno (Autoevaluación final) de los indicadores empleados en la calificación de la competencia orientación por la calidad obtenidos con alumnos de Ingeniería Química.

4. CONCLUSIONES

Con este estudio se ha puesto de manifiesto la importancia de desarrollar métodos para evaluar en los alumnos la competencia orientación a la calidad. Con estos métodos se pretende que el alumno sea consciente de las mejoras que deben realizar en su forma de trabajar diaria para conseguir, en todo momento, la excelencia tanto en la metodología empleada como en los resultados obtenidos. Se confirma también que con una acción de retroalimentación continua sobre las actividades desarrolladas se consigue una mejora en los resultados obtenidos. También se pone de manifiesto como cuando los criterios de evaluación son claros y conocidos el alumnado se siente más contento con la asignatura y las puntuaciones obtenidas no difieren en gran medida de las que se obtendrían por una evaluación hecha por compañeros o por ellos mismos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ministerio de Ciencia e Innovación la financiación de este trabajo, a través del proyecto titulado *Herramientas para la evaluación de*

competencias en los estudiantes universitarios y recursos para el análisis de su calidad en el marco del EEES sin cuya financiación no se podría haber realizado.

REFERENCIAS

1. J. Biggs, *Calidad del aprendizaje universitario*, Editorial Narcea, Madrid, 2006.
2. M. de Miguel, *Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias*, Alianza Editorial, Madrid, 2006.
3. A. Villa y M. Poblete, *Aprendizaje basado en competencias, una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas*, Ediciones Mensajero, Bilbao, 2007.
4. S. Brown y A. Glasner (edit), *Evaluar en la Universidad problemas y nuevos enfoques*, Editorial Narcea, Madrid, 2007.
5. F. A. Cabrera, *Evaluación de la formación*, Ed. Síntesis Educación, Madrid, 2000.
6. Libro blanco de la titulación de Ingeniería Química:
http://www.aneca.es/activin/docs/libroblanco_ingquimica_def.pdf.
7. Libro blanco de la titulación de Ingeniería Técnica Industrial:
http://www.aneca.es/activin/docs/libroblanco_industrial_06capitulo.pdf.

EVALUACIÓN DE LA COMPETENCIA “RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS” EN LA ASIGNATURA DE QUÍMICA

Luis F. Sánchez-Barba Merlo, Andrés Garcés Osado, Isabel del Hierro Morales e Isabel Sierra Alonso

Departamento de Química Inorgánica y Analítica, Universidad Rey Juan Carlos.
luisfernando.sanchezbarba@urjc.es

En este artículo se describe la evaluación en la adquisición de la competencia “Resolución de Problemas” en la asignatura de Química de primer curso del grado de Ingeniería Química. Para ello, se han realizado un Estudio Dirigido y dos actividades de ABP con la intención de potenciar el desarrollo de la competencia. Para la evaluación del grado de adquisición por parte de los alumnos se han utilizado seis indicadores. Tanto las autoevaluación inicial y final como en la evaluación por observación en el transcurso de las actividades, se observa un claro aumento en los indicadores reflejando así un incremento en el nivel de adquisición de la competencia.

1. INTRODUCCIÓN

El sistema educativo universitario europeo se encuentra inmerso en un profundo cambio encaminado hacia la homogenización de los diferentes sistemas de enseñanza aplicados en cada país. Este cambio promueve la libre circulación a lo largo de toda Europa de estudiantes que serán en un futuro expertos profesionales cuyos perfiles se adaptarán fácilmente al entorno socio-cultural de cualquier país. Para conseguir estos objetivos se pretende implantar un nuevo modelo de enseñanza universitaria basado en la adquisición de competencias por parte del estudiante que permita la formación de futuros profesionales cualificados. Todo este proceso de convergencia hacia un marco educativo común constituye la base del futuro Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y que se inicia en la Declaración de Bolonia (1). En este nuevo marco, el estudiante se convierte en el verdadero protagonista de su propio aprendizaje y el profesor una herramienta de apoyo como facilitador de la información. Por tanto, el aprendizaje no debe estar centrado únicamente en la adquisición de conocimientos sino también en el desarrollo de otras facetas tan importantes como habilidades, destrezas y actitudes, demandadas por la sociedad actual. Todas estas cualidades futuras del alumno se recogen en las competencias tanto genéricas, esenciales en las distintas profesiones, como específicas, propias de cada profesión. En este sentido, cuando se aborda el estudio de las competencias necesarias para un futuro profesional en cualquier grado de ciencias, se encuentra que una de las más valoradas por los expertos de diferentes materias es la de desarrollar la capacidad para la *Resolución de Problemas* (2). La complejidad en el desarrollo de esta competencia reside en el punto mismo en que es difícil encontrar alumnos capaces de identificar lo que es un problema. Resulta evidente, pues, que la adquisición de esta competencia debe ser

gradual y debe comenzar en los primeros cursos del grado. Por otro lado, también es necesario idear un sistema eficaz que evalúe la adquisición de dicha competencia. En este sentido, Villa y Poblete (3) plantean tres niveles de complejidad para la evaluación de esta competencia: un primer nivel donde se identifican y analizan los problemas y se aplican los conocimientos aprendidos en clase o en libros para su resolución; un segundo nivel donde puedan establecer criterios propios en la resolución de problemas; y un último nivel donde el individuo pueda elaborar y proponer soluciones a temas con los que no se encuentra familiarizado. Obviamente, un nivel avanzado de dominio debe estar reservado para los últimos cursos, mientras que en los primeros se debe trabajar en profundidad el primer nivel para que sirva de base para la adquisición correcta de la competencia. Así, estos cambios no afectan únicamente a la forma tradicional de enseñar sino también a la de evaluar, donde un sistema de evaluación justo debe estar orientado hacia el proceso de aprendizaje y no hacia el resultado. En definitiva, tanto los métodos de enseñanza como los sistemas de evaluación deben definirse en función de las competencias que se quieren alcanzar (4,5).

En el presente artículo se presentan los resultados obtenidos para la adquisición de la competencia *Resolución de Problemas*, de un grupo de 31 alumnos de la asignatura de primer curso de Química del Grado de Ingeniería de la Universidad Rey Juan Carlos. Además, se han estudiado la autoevaluación inicial y final que los propios alumnos han realizado sobre el dominio de la competencia y se han comparado con los resultados obtenidos por el profesorado empleando técnicas de observación.

2. OBJETIVOS

Entre los objetivos que se persiguen con el desarrollo de esta experiencia destacan principalmente:

- Desarrollar y adaptar un sistema de evaluación que permita medir la evolución de la competencia en los alumnos.
- Proporcionar unas herramientas útiles para el desarrollo de la competencia Resolución de Problemas mediante la implantación de una serie de nuevas metodologías didácticas.

Paralelamente, se pretenden alcanzar una serie de objetivos secundarios con el desarrollo de la experiencia y que se presentan a continuación:

- Estimular la capacidad de aplicar el conocimiento adquirido a la resolución de nuevos problemas o situaciones.
- Aumentar el nivel de éxito y satisfacción en los estudiantes con la asignatura.
- Reducir la alta tasa de fracaso y abandono entre los estudiantes.
- Adaptar la asignatura de Química al EEES.

3. METODOLOGÍA

En principio se han planteado tres actividades para favorecer la adquisición y desarrollo de la competencia Resolución de Problemas en la asignatura de Química;

un Estudio Dirigido en el tema de “*Fuerzas Intermoleculares, Líquidos y Sólidos*” y dos actividades de Aprendizaje Basado en Problemas en los temas de “*Gases*” y “*Disoluciones*”. Previo a la evaluación del desarrollo de la competencia, se hace necesario establecer una serie de parámetros ó indicadores, los cuales tendrán la función de indicar el grado de adquisición de la competencia por parte de los alumnos.

3.1. Indicadores y descriptores utilizados para la evaluación de la competencia

Para poder evaluar el desarrollo en la competencia y posicionar al alumno en distintos niveles de adquisición, se utilizaron seis indicadores dentro del primer nivel de dominio (3) y que a continuación se relacionan.

- 1. Identifica lo que es y no es un problema y toma la decisión de abordarlo.*
- 2. Lee y/o escucha activamente. Hace preguntas para definir el problema planteado.*
- 3. Recoge la información significativa que necesita para resolver los problemas en base a datos y no sólo a opiniones subjetivas y sigue un método lógico de análisis de la información.*
- 4. Sigue un método lógico para identificar las causas de un problema y no quedarse en los síntomas.*
- 5. Presenta diferentes soluciones alternativas ante un mismo problema y evalúa sus posibles riesgos y ventajas.*
- 6. Diseña un plan de acción para la aplicación de la solución escogida.*

Adicionalmente, cada indicador dispone de cinco descriptores que permiten cuantificar el grado de intensidad en el indicador (Tabla 1).

3.2. Descripción del grupo de trabajo

La asignatura de Química General consta de una matriculación de 204 alumnos, donde casi 2/3 son alumnos de segunda matriculación o superior (Tabla 2). La participación de los alumnos en las actividades fue con carácter voluntario, y sorprendentemente el número de estudiantes involucrados en el Estudio Dirigido se redujo a la mitad con respecto al número de matriculados, observándose en la tasa de abandono un elevado porcentaje de alumnos de segunda y tercera matriculación. Este trágico descenso en el número de estudiantes involucrados probablemente fue debido a que uno de los requisitos que se introdujo para poder participar en las tres actividades fue la asistencia obligatoria a todas las sesiones, supervisada mediante un control de firmas, condición que alumnos repetidores difícilmente pueden cumplir. Con la intención de evitar un abandono masivo por parte de los estudiantes, en contraprestación, aquellos alumnos que se comprometieran a participar finalmente en todas las actividades se les incentivaría con un punto adicional al final del curso, que se sumaría netamente a la nota final de junio, pero improrrogable a septiembre.

Tabla 1. Indicadores y descriptores propuestos para la evaluación de la competencia.

| Descriptores Indicadores | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------------------|---|--|---|--|--|
| 1 | <i>No distingue correctamente problema de conflicto o algoritmo</i> | <i>Le cuesta diferenciar entre problema, conflicto y algoritmo</i> | <i>Identifica correctamente problemas diferenciándolos de otras situaciones</i> | <i>Destaca por identificar con facilidad lo que es un problema</i> | <i>Identifica problemas con facilidad y es capaz de decir por qué o cómo lo hace</i> |
| 2 | <i>No reacciona ante el problema</i> | <i>Realiza algunas preguntas adecuadas para definir el problema</i> | <i>Realiza preguntas adecuadas para definir el problema</i> | <i>Tiene agilidad haciendo preguntas para definir el problema</i> | <i>Formula preguntas clave en vistas a definir el problema y valorar su magnitud</i> |
| 3 | <i>No recoge información o la que recoge no es significativa</i> | <i>Recoge información significativa, quizá incompleta y no siempre sigue un método de análisis</i> | <i>Recoge la información que necesita y la analiza correctamente</i> | <i>Selecciona acertadamente la información valiosa y la analiza sistemáticamente</i> | <i>Recoge eficientemente la información significativa y la analiza con un buen método, siendo capaz de aportar reflexiones</i> |
| 4 | <i>No identifica las causas del problema. Confunde causas con síntomas particulares</i> | <i>Identifica algunas causas, en otros se queda en los síntomas</i> | <i>Identifica las causas de un problema, siguiendo un método lógico</i> | <i>Identifica y jerarquiza las causas de un problema</i> | <i>Sigue un proceso lógico para identificar las causas y las integra en un modelo</i> |
| 5 | <i>No presenta alternativas</i> | <i>Es capaz de presentar alguna alternativa</i> | <i>Presenta algunas alternativas y algunos pros y contras</i> | <i>Presenta un buen análisis de las opciones alternativas de solución</i> | <i>Eligen la mejor alternativa, basándose en el análisis de las diferentes opciones</i> |
| 6 | <i>No escoge una solución o plantea una solución incoherente</i> | <i>Escoge una solución pero no diseña el plan para su aplicación</i> | <i>Detalla los pasos a seguir para la aplicación de la solución que ha escogido</i> | <i>Escoge una buena solución y diseña el plan de acción para su aplicación</i> | <i>Destaca por la selección de la solución y por el diseño del plan de acción</i> |

Terminada la primera actividad, los alumnos fueron conscientes del nivel de exigencia de la metodología empleada, como es el estudio diario y el breve plazo de tiempo para realizar las pruebas escritas, de modo que el número de estudiantes enrolados en la segunda y tercera actividad disminuyó a 31, de los cuales de nuevo aproximadamente 2/3 partes eran repetidores (Tabla 2), comportamiento, en cierto modo, lógico debido a que los alumnos de segunda matriculación y superior están más preparados para tratar con tareas de evaluación continua debido a una gestión más eficaz de su tiempo.

Tabla 2. Relación de alumnos involucrados en las actividades.

| | <i>Alumnos matriculados</i> | <i>Participantes Estudio Dirigido</i> | <i>Participantes ABP-Gases/Disoluciones</i> |
|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---|
| <i>1ª matriculación</i> | 74 | 36 | 12 |
| <i>2ª matriculación o superior</i> | 130 | 56 | 19 |
| <i>Total</i> | 204 | 92 | 31 |

Paralelamente al desarrollo de las clases, se realizó el seguimiento en el desarrollo de la competencia una vez finalizada de cada una de las actividades. Para ello, se recurrió a técnicas de evaluación por observación con la ayuda de un grupo de tutores que participaron tanto en la presentación, desarrollo, así como en la evaluación de las actividades.

4. RESULTADOS

4.1. Autoevaluación inicial y final de la competencia

Una vez establecidos los indicadores y descriptores propuestos para la evaluación de la competencia se consideró muy interesante conocer la opinión de los estudiantes acerca del grado de dominio inicial y el nivel de adquisición final de la competencia que los estudiantes se auto-asignaban una vez finalizadas las actividades. Así pues, de manera individual y de forma previa y de forma previa y posterior a realizar la primera y última actividad, respectivamente, los alumnos respondieron a una encuesta personal donde se adaptaron los seis indicadores originales, anteriormente descritos, en los siguientes que se relacionan a continuación.

1. *¿Identificas claramente un problema?*
2. *Cuando quieres resolver un problema, ¿te planteas preguntas que te ayuden a resolverlo?*
3. *¿Qué estrategia utilizas para resolver un problema?*
4. *¿Tienes facilidad en encontrar las causas que han provocado un determinado problema?*
5. *Ante la resolución de un problema, ¿te planteas distintas alternativas para su resolución?*
6. *¿Qué pasos sigues cuando encuentras varias soluciones a un mismo problema?*

Observando la representación de los niveles alcanzados para cada indicador (Figura 1), resulta interesante el contraste existente entre el nivel de dominio que los estudiantes se atribuían inicialmente en su autoevaluación inicial de la competencia, con el que consideraban una vez finalizadas todas las actividades. En todos los indicadores se produce un aumento evidente en el nivel de descriptor, aunque

claramente destaca el incremento en los indicadores 1, 5 y 6, relacionados con la identificación del problema y las posibles alternativas a la hora de resolverlo. Sin duda, este aumento se debe al incremento en el nivel de confianza por parte del alumno a la hora de identificar un problema y tomar la iniciativa para resolverlo.

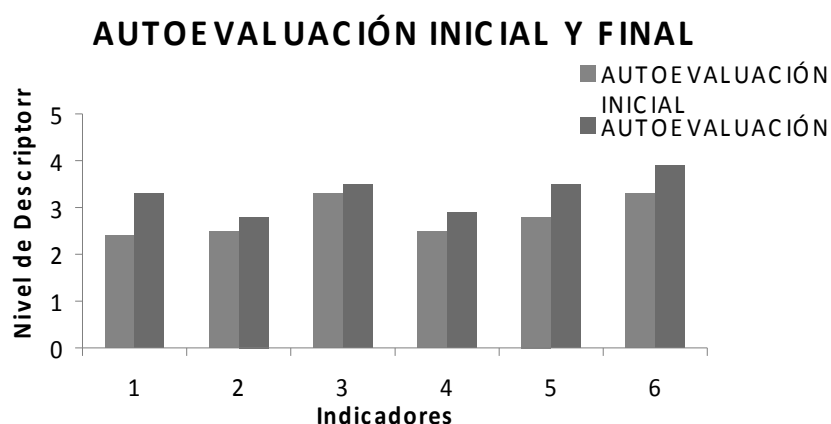


Figura 1. Representación de las medias calculadas de la autoevaluación inicial y final de los 31 alumnos enrolados en todas las actividades.

Un aspecto importante a destacar resulta al comparar el nivel de descriptor en los seis indicadores de la autoevaluación inicial que realizaron los 61 alumnos que inicialmente comenzaron la primera actividad y que finalmente decidieron abandonar la experiencia, con la autoevaluación inicial de los 31 alumnos que participaron en la totalidad de las actividades (Figura 2). Claramente se puede observar un nivel más bajo para todos los descriptores correspondientes a los alumnos que abandonaron las actividades, lo cual es indicativo de una menor predisposición a desarrollar esta competencia y a asumir este tipo de cambio en el metodología de la asignatura, lo que posteriormente se tradujo en la decisión de abandono de las actividades.

4.2. Evaluación de la adquisición de la competencia por observación

En la Figura 3 se presenta la evolución en el grado de adquisición de la competencia para cada indicador con los datos recogidos mediante técnicas de observación en el transcurso de las tres actividades planteadas.

Como se puede observar, la media calculada en el nivel de descriptor aumenta en todos los indicadores tras la realización de la primera experiencia, la cual se utiliza en esta gráfica como referencia. El aumento en el nivel de los descriptores entre la primera actividad y la segunda es inferior al que se observa entre la segunda y la tercera actividad. Este comportamiento en los datos está de acuerdo con la falta de experiencia en los alumnos para realizar ejercicios encaminados a desarrollar la competencia, de forma que la apreciación inicial de los tutores en el nivel de dominio

de la competencia fue relativamente baja. Con la realización de la segunda experiencia, los alumnos comienzan a adquirir mayor grado de dominio en la competencia, pero aún no son capaces de aplicar con autonomía los conocimientos previos a la resolución de nuevos problemas. Es en el transcurso de la tercera actividad cuando los tutores apreciaron que los alumnos se sintieron más seguros y cómodos con este tipo de actividades, de forma que esa confianza se reflejó en un mayor nivel de dominio de la competencia, lo que justifica el mayor incremento en el nivel de adquisición entre la segunda y la tercera actividad.

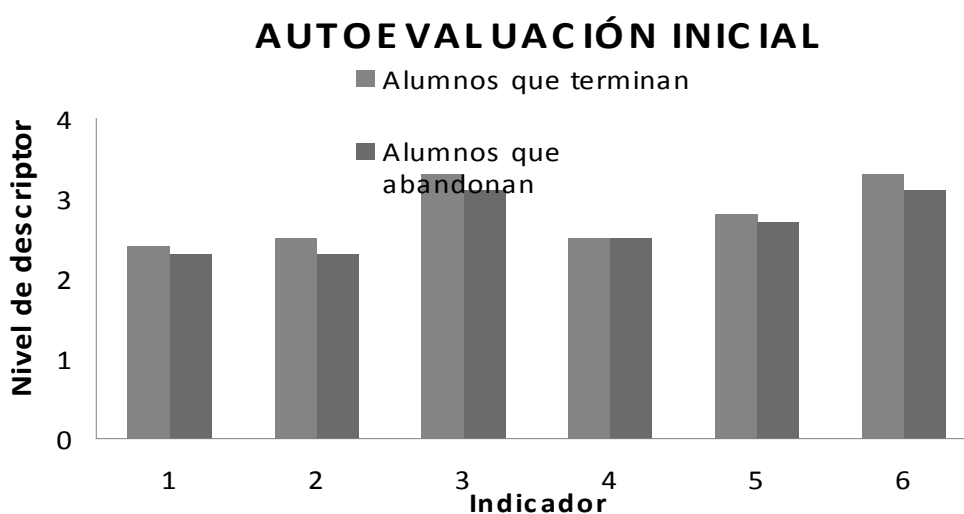


Figura 2. Comparación de las medias calculadas de la autoevaluación inicial de los 31 alumnos enrolados en todas las actividades y los 61 que inicialmente comenzaron y seguidamente abandonaron.

5. CONCLUSIONES

Se han realizado un Estudio Dirigido y dos ABP para potenciar el desarrollo de la competencia *Resolución de Problemas* y con el empleo de seis indicadores, se ha podido establecer el grado de adquisición de la misma.

La autoevaluación inicial y final de los alumnos indica un claro aumento en el nivel de dominio de la competencia, lo que demuestra un incremento significativo en el nivel de confianza de los alumnos a la hora de identificar un problema y tomar la iniciativa para resolverlo. Del estudio de la autoevaluación también se desprende que los alumnos que abandonaron tras la primera actividad presentaban una menor predisposición al desarrollo de la competencia.

EVOLUCIÓN DE LA COMPETENCIA EN LAS ACTIVIDADES

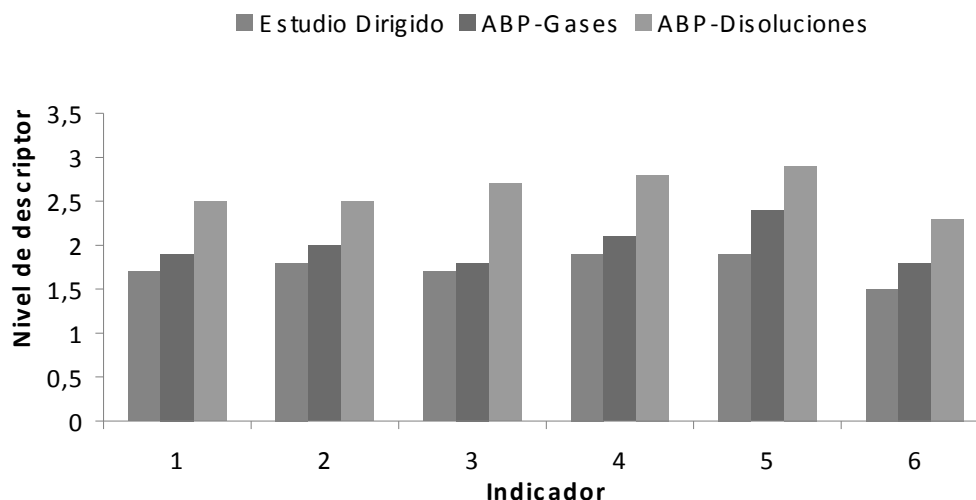


Figura 3. Representación de las medias calculadas tras la evaluación de la competencia en las actividades Estudio Dirigido, ABP-Gases y ABP-Disoluciones.

Finalmente, empleando técnicas de observación se ha podido apreciar un incremento escalonado-no uniforme en el desarrollo de la competencia con el transcurso de las actividades, lo que responde a un efecto de consolidación claro en el dominio de la competencia.

Este comportamiento en los datos demuestra que el empleo de nuevas metodologías centradas en el aprendizaje del alumno refuerza el desarrollo de competencias genéricas fundamentales para su formación, como la sometida a estudio en este caso.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos sinceramente la financiación recibida del Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN), España (Nº de Proyecto: EA2008-0010) por la financiación ofrecida para la realización de este estudio.

REFERENCIAS

1. *The Bologna Declaration of 19 June 1999. Joint declaration of the European Ministers of Education, signed in Bologna, Italy.* http://www.bologna-bergen2005.no/Docs/00-Main_doc/990719BOLOGNA_DECLARATION.PDF (acceso Mayo 2009).

2. *Tuning Educational Structures in Europe*. <http://tuning.unideusto.org/tuningeu/> (acceso Mayo 2009).
3. A. Villa, M. Poblete, *Aprendizaje Basado en Competencias. Una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas*, Ediciones Mensajero. Deusto, **2007**.
4. J. Biggs. *Calidad del aprendizaje universitario*, Narcea, Madrid, 2005.
5. L. Prieto. *La alineación constructiva en el aprendizaje universitario*. Capítulo del libro: J.C. Torres Puente y E. Gil Coria, *Hacia una enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje: libro homenaje a Pedro Morales Vallejo*, Universidad Pontificia de Madrid, Madrid, 2004.

CAMBIOS EN EL SISTEMA DE EVALUACIÓN PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA

Roser Gorchs Altarriba¹ y Montserrat Tortosa Moreno²

¹Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Naturals

Escola Universitaria Politècnica de Manresa, Universitat Politècnica de Catalunya

²CRECIM- Centre de Recerca per a l'Educació Científica i Matemàtica

Universitat Autònoma de Barcelona

roserr@emrn.upc.edu

Los laboratorios de química son el ambiente idóneo para que los estudiantes desarrollen sus capacidades. Con el objetivo de mejorar la docencia, nos cuestionamos si “es posible obtener un mejor rendimiento de las actividades prácticas utilizando el mismo tiempo de laboratorio”. Para responder a esta pregunta se ha abordado el problema desde distintas perspectivas, considerando especialmente relevantes: (i) la contextualización de los experimentos y estudio de muestras reales, con el objetivo de conseguir (ii) más implicación de los estudiantes tanto en el trabajo previo a las sesiones prácticas como en la discusión posterior de los resultados, y en la evaluación.

1. INTRODUCCIÓN

Estamos en un período de cambios de la educación, en el que debemos adaptar nuestras actividades al *Espacio Europeo de Educación Superior* (EEES) y a las nuevas demandas de trabajo. Las empresas solicitan empleados que tengan diversas competencias entre las que se encuentran saber organizarse el trabajo, saber trabajar en equipo y saber hablar en público. Los laboratorios de química son uno de los espacios donde se pueden desarrollar estas capacidades.

En la época actual se tendrán que introducir cambios en las enseñanzas universitarias al entrar en el EEES y para que los futuros ingenieros tengan las competencias que la sociedad les demanda. Los resultados del informe 2006 de la agencia de la calidad universitaria de nuestro país (1), apuntan que el mundo laboral demanda ingenieros que sepan organizar su trabajo, trabajar en equipo y expresarse oralmente; es decir que tengan estas competencias transversales. Los mismos estudios señalan las carencias en este sentido de los que se han titulado recientemente. También se cree que sería deseable disponer, además del *Proyecto Final de Carrera (PFC)*, de momentos durante la carrera donde poder integrar el conocimiento de diferentes asignaturas introduciendo metodologías que permitan desarrollar competencias como el trabajo en equipo, la comunicación o bien documentarse para efectuar un trabajo, entre otras.

Los titulados recientes consideran que cuando acaban sus estudios están faltos de estas habilidades. Además, encontramos que tanto las empresas como los estudiantes consideran que los conocimientos específicos de cada titulación son logrados con

creces durante los estudios universitarios. Damos especial importancia a la evaluación, la cual se utiliza como herramienta para involucrar y motivar los estudiantes de química de primer curso (2). Nos hemos propuesto investigar si con un buen material de prácticas de química y una gestión del aula adecuada, es posible lograr las competencias transversales mencionadas, sin dejar las competencias propias del laboratorio de química, y a la vez que el trabajo resulte motivador para el alumnado de forma que se involucre en el proceso de aprendizaje.

2. OBJETIVOS DEL TRABAJO

En nuestro trabajo se pretende adaptar las actividades que proponemos a nuestros estudiantes, para el aprendizaje de la química, a los nuevos estudios (EEES) y a las nuevas demandas de trabajo. Objetivos que pueden favorecer, a la vez, el aprendizaje de la materia.

El modelo de evaluación formativa que se describe en esta comunicación forma parte de un estudio, que aún se está procesando, sobre las prácticas de química de primer curso en las titulaciones de *Ingeniería Técnica Industrial Química (ITIQ)*, y de *Minas (ITM)*, de la *Escola Universitària Politècnica de Manresa (EPSEM)*, siendo los objetivos del trabajo:

1. Fomentar que los estudiantes se involucren y sean parte activa y responsable del su aprendizaje.
2. Trabajar y evaluar las competencias transversales de organización del trabajo individual y de grupo, y de comunicación de resultados, además de las competencias específicas de la materia.
3. Adaptar las prácticas de química al *Espacio Europeo de Educación Superior*, dando sentido, y evaluando, el trabajo no presencial como complemento de las prácticas presenciales.
4. Analizar la relación entre los cambios en la metodología docente y el aprendizaje.

3. TRABAJO REALIZADO

En una investigación previa (3), se analizaron los problemas principales de asignaturas en las que interviene el laboratorio de química, tomando en consideración tanto las opiniones del alumnado como el del profesorado. A partir del análisis de dichas opiniones y de las investigaciones en didáctica, en fases anteriores se ha hecho el trabajo siguiente: se ha diseñado un guión de prácticas con un hilo conductor continuo a lo largo de todas las sesiones de laboratorio, trabajando al máximo con muestras reales (4). Esta manera de presentar el trabajo permite, en cada sesión, volver a los conocimientos y habilidades que se han trabajado en las sesiones anteriores. Con el tema propuesto se ha procurado que sea de actualidad o relacionado con el mundo laboral posterior, y que tenga un cierto componente interdisciplinario. En el caso de los futuros ingenieros de Minas se ha contextualizado en el estudio de rocas calcáreas,

puesto que desde sus orígenes, la *EPSEM* está estrechamente vinculada a la minería y mantiene una fuerte colaboración con el Museo de Geología *Valentí Massachs* de Manresa, y también en una búsqueda sobre los efectos de la lluvia ácida en diferentes tipos de suelos o de aguas de lago. En el caso de las prácticas de *Experimentación Química*, bloque de química orgánica, se ha trabajado con muestras próximas al mundo profesional. Antes de cada sesión de laboratorio se pide a los estudiantes que resuelvan unas cuestiones previas a la práctica. Con esta actividad se cubre un doble objetivo, se procura un primer contacto con la actividad práctica posterior y además, y no menos importante, que los alumnos recuperen y sean conscientes de sus ideas previas sobre el tema, puesto que estas son el punto de partida a partir del que seguirán construyendo sus conocimientos. Se han organizado las sesiones de prácticas de forma que favorezcan la discusión de los resultados y el trabajo cooperativo. El estudio de los resultados de estos trabajos preliminares fue valorado positivamente por el alumnado, que manifestó una percepción positiva hacia el cambio.

En el presente trabajo exponemos en detalle los cambios efectuados en el sistema de evaluación, que se ha modificado a la vez que la gestión del aula y la planificación de actividades, a modo de estrategia metodológica para favorecer el aprendizaje. La evaluación debe mantener relación con los objetivos de aprendizaje. La evaluación debe ser *formativa* proporcionando *feed-back* al estudiante durante el curso, además de medir el grado de su aprendizaje con el fin de expedirle un título.

En las últimas sesiones de prácticas se da un problema abierto contextualizado a los estudiantes, que a menudo es con muestras reales, y deben buscar información para decidir qué experimentos deben hacer, llevarlos a término y presentarlos oralmente, en público, con el apoyo de un póster o una presentación *power-point*. Con este proyecto se pretende acercar los estudiantes al mundo industrial y también hacerlos reflexionar sobre sus implicaciones sociales; en este sentido estamos de acuerdo con Davies (5).

Dado que el estudio comprende varias fases, a la vez que distintos cursos, es variable el número de estudiantes tratándose de grupos más bien pequeños (entre 10 y 24 estudiantes). Esta situación conlleva que, para algunos indicadores, se dispone de pocos resultados dado que se han modificado los cuestionarios con el fin de analizar las situaciones nuevas. Con respecto al póster, como alternativa al informe se ha aplicado tan solo una vez en las prácticas de Fundamentos de Química (1,5c; que se cursan en el Q2 del primer curso) y en tres ocasiones a uno de los tres bloques en que despieza la Experimentación Química (3c; que se cursa el Q2 del primer curso).

Generalmente no hay alumnos repetidores en los grupos encuestados, dado que si los hay, se les propone mejorar especialmente la parte más deficiente y más bien suspenden por el deficiente tratamiento de interpretación de la información que obtienen a partir de la parte experimental, y no por la insuficiencia de la parte propiamente experimental.

Estas prácticas se experimentaron por primera vez, en parte, con estudiantes de los cursos 2007-2008 y 2008-2009. El seguimiento del aprendizaje del alumno se hace con la *carpeta portafolio*, a la vez que sirve, junto con las observaciones directas al laboratorio, para evaluarlo. Esta metodología favorece que el estudiantado se

involucre en su proceso de aprendizaje y por lo tanto aumenten las probabilidades de éxito. El portafolio contiene: las cuestiones previas (*pre-laboratorio*), corregidas y devueltas al estudiante, que se les ha planteado antes de que experimenten, los informes o bien el póster de las prácticas experimentadas (parte de *laboratorio* y *post-laboratorio*) y una *tabla de tiempo de dedicación total* en la que el estudiante habrá anotado el tiempo no presencial y presencial dedicado a cada experimento y además contiene la *libreta de laboratorio*. Se tienen en cuenta las *autoevaluaciones* y *coevaluaciones*, las cuales se entregan al finalizar cada actividad, así como las *valoraciones* hechas por el *profesor*.

4. PONDERACIÓN DE LA EVALUACIÓN

La *prueba individual* supone el 40% y el 60% restante los *Informes*, o el *Póster* según el experimento: pre-laboratorio (15%; Tabla 1), evidencias recogidas durante el trabajo experimental en el laboratorio de química (35%; tabla 2) y post-laboratorio (50%; tablas 3 y 4) en la que se distingue entre las competencias específicas y las genéricas (comunicación escrita y oral, obtención y tratamiento de la información y trabajo cooperativo).

5. DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE EVALUACIÓN FORMATIVA

5.1 El informe

Los profesores encuestados están de acuerdo (4) que el informe es necesario pero, por otro lado, declaran que en general no da resultados satisfactorios. Si bien el informe se utiliza habitualmente para evaluar el aprendizaje del estudiante, se proponen nuevos indicadores, repartido en tres partes: (i) pre-laboratorio, (ii) laboratorio y (iii) post-laboratorio. La primera parte (pre-laboratorio) tiene como objetivo que el estudiante sea conciente de si ha adquirido anteriormente los conocimientos relacionados o, según el caso, puede ser una oportunidad para repararlos. Esta parte también ayuda a que el estudiante no se limite a experimentar como quién sigue una receta de cocina, que podría haber superado sin haber conseguido ningún tipo de aprendizaje.

A partir de los cuestionarios que se les ha pasado en una ocasión, hemos recibido información valiosa, pero estamos en proceso de remodelación del procedimiento y la valoración de su eficacia.

Las rúbricas que se exponen (tablas 1 a 4) se utilizaron el curso pasado tan solo en una de las experimentaciones (en un bloque de experimentación química, que supone 3 créditos de un total de 9c.). Estas rúbricas son modificaciones de las originales, y están basadas en las rúbricas elaboradas recientemente por un grupo del *ICE-UPC* (en 2008) con el objetivo de que el profesorado tenga una guía para evaluar las competencias en los nuevos *EEES*, habiendo participado a modo de prueba. Se modificaron de nuevo para adaptarlas a otra propuesta más afín publicada el pasado

mes de abril, *Guía para evaluar las competencias en los laboratorios de Ciencia y tecnología* (Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari a Catalunya; AQU, 2009), en la cual también se ha contribuido.

5.2 El póster

Se propone el póster como una alternativa al informe con vista a diversos objetivos: (a) le permite al alumnado adquirir, gradualmente, competencias genéricas (comunicación escrita y oral). En nuestro caso, todos los grupos de estudiantes realizan el póster, aunque únicamente un grupo lo expone en público sin conocimiento, con antelación, de quien lo expone; con ello se pretende (b) potenciar el trabajo en grupo (cooperativo). Proporciona (c) *feed-back* al estudiante a lo largo del curso (d). Crea un (e) ambiente de discusión, especialmente de los resultados experimentales. Si algún inconveniente se le puede atribuir es que consume tiempo, a costa de menos experimentos en el laboratorio de química. En nuestro caso el profesor valora el póster de todos los grupos de estudiantes, dado que no son muchos, pero no tendría porqué revisarlos todos, a semejanza de los ejercicios corregidos en clase, que no se entregan siempre al profesor. De hecho, dependerá del número de revisiones del portafolio.

El póster ha de comunicar bien de forma visual, se ha de entender y ha de ser lo más concreto posible. Deberá contener el objetivo del experimento, un diagrama del procedimiento seguido, los resultados obtenidos y el tratamiento de los resultados: valoración, información que genera, etc., así como la documentación utilizada.

Aunque se les da *pautas*, se deja que experimenten por ellos mismos el impacto que les proporciona. De acuerdo a la *rúbrica* que se les proporciona, además del profesor o profesora, cada grupo de estudiantes coevalúa uno o más pósters.

Finalmente, la coevaluación es formativa. Se crean oportunidades de aprendizaje: analizar, reflexionar o replantearse si ha adquirido los conocimientos necesarios entre otros.

* En las rúbricas, la valoración tienen los valores: 4, 3, 2, 1 ó 0. En la tabla 1, significaría: [4] buena preparación para pasar a experimentar, [3] buena preparación, con ciertas deficiencias, [2] no se han aportado los datos requeridos, o bien no se ha consultado los contenidos teóricos recomendados, otros (requeridos según el experimento), [1] insuficientes aportaciones, y [0] no ha habido preparación previa.

Tabla 1. Rúbrica para valorar la parte pre-laboratorio

| Pre-laboratorio | Valoración Competencias Específicas | 4-0* | 15% |
|-----------------|---|------|-----|
| | Datos: Propiedades físicas de los compuestos, otros Cuestiones Contenidos teóricos aportados Otros (según el experimento) Observaciones | | |

Tabla 2. Rúbrica utilizada para valorar el Informe, parte de laboratorio

| Laboratorio | Valoración de Competencias Genéricas | 4-0* | 35% |
|--|--|------|-----|
| | Habilidades ¿Cómo lo hace? Cumple las normas de seguridad Gestiona la libreta de laboratorio Ordena el material y reactivos Trabaja en equipo Observaciones: | | |
| ¿Qué hace? (trabajo experimental) Mide correctamente Utiliza los instrumentos de forma correcta (material de laboratorio en general) Los resultados experimentales son correctos Observaciones: | | | |

Tabla 3. Rúbrica para valorar el póster y el informe. Competencias Específicas

| *Post-laboratorio | Valoración de las Competencias específicas | 4-0 | 25% |
|-------------------|--|-----|-----|
| | Contenidos. Acertividad Objetivo Procedimiento Tratamiento de los Resultados Conclusiones ¿Ha hecho observaciones cuando era necesario? Observaciones | | |

Tabla 4. Rúbrica para valorar el póster, parte post-laboratorio. Compet. genéricas.

| | Valoración de Competencias Genéricas | 4-0 | 25% |
|--|--|-----|-----|
| Comunicación escrita | ¿Ha preparado el póster como y cuando se le ha indicado? Confeccionar un póster en formato papel Estructuración del contenido | | |
| | ¿La información visual es clara? ¿Los procedimientos se muestran de forma esquemática? ¿Quedan claros los resultados experimentales obtenidos? ¿En conjunto se visualiza de forma rápida y clara?; Si es el caso, ¿se utilizan grafismos que lo facilitan? | | |
| | Observaciones | | |
| Comunicación oral | ¿Se entiende lo que explica? ¿Mira al público? (mayormente, ¿dirige su mirada hacia el póster?) ¿Con voz clara? (¿o más bien no vocaliza?) ¿A un ritmo que se le puede seguir? (¿o demasiado rápido?) | | |
| | ¿Contiene toda la información requerida? ¿Ha expuesto los puntos principales? ¿Lo ha expuesto de forma entendedora? | | |
| | ¿Expone los resultados obtenidos? ¿Discute / Justifica los resultados? ¿Hace buenas conclusiones? | | |
| | Capacidad de responder a las cuestiones que se le plantean ¿Es capaz de estudiar las cuestiones que se le plantean y hace respuestas adecuadas? ¿Argumenta las respuestas? | | |
| | Observaciones | | |
| Obtención y tratamiento de la información | ¿Se ha documentado suficientemente? ¿Constan libros, bien referenciados? ¿Constan páginas <i>web</i> , bien documentadas? Observaciones: | | |
| Trabajo en grupo cooperativo | ¿Se ha trabajado de forma cooperativa? ¿Es capaz de explicar cualquiera de las partes del experimento? ¿Es capaz de responder a cualquiera de las cuestiones que se le plantean, referidas al póster que presentan? Observaciones: | | |

6. VALORACIÓN DEL MODELO DE EVALUACIÓN

Tenemos insuficiente información para valorar la evaluación formativa que hemos llevado a cabo, sin embargo podemos ver tendencias, las cuales se exponen a continuación:

1. Los miembros del grupo han compartido las actividades y las han puesto en común.

2. Los objetivos que se pretendían se han conseguido de forma favorable, a pesar de que el procedimiento requiere una mejora.

3. Se ha observado que repercute en su espíritu crítico, que adquieren pero no por igual. Algunos manifiestan cierta autocomplacencia (según las autoevaluaciones).

4. Algunos cambios introducidos en el póster, en el actual curso, se han hecho a raíz de observaciones que hicimos, principalmente referidas a la explicación del póster: (a) La coevaluación no se puede limitar al tiempo durante el cual se explica el póster dado que no detectan algunas interpretaciones erróneas que hacen los estudiantes que exponen públicamente el póster debido en cierto modo a que hay poco tiempo para interiorizarlo.

5. Según la temática que trata el póster, podría ser más eficaz aplicar la coevaluación, únicamente escrita, del póster (comunicación escrita), no teniendo en cuenta la explicación (comunicación oral), dado que pueden disponer de más tiempo para analizarlo y discutirlo con los otros miembros del grupo. De todas formas, se considera eficaz la explicación del póster especialmente en los experimentos abiertos, en los que los grupos han seguido procedimientos experimentales alternativos; lo que permite hacer comparativas.

De todas formas, cualquier modelo nuevo de evaluación que se aplique, requiere cierto bagaje para que sea eficaz.

7. CONCLUSIONES

Con el modelo de evaluación formativa propuesto, se promueve la práctica de las competencias transversales (trabajo autónomo, trabajo en equipo y comunicación eficiente) sin dejar de lado las competencias específicas de las materias químicas clásicas (adquisición y consolidación de conocimientos específicos). Cumple los objetivos de la evaluación según la *Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari a Catalunya* (1) así como las características de la evaluación que promueven el aprendizaje de acuerdo con el *Assessment Reform Group* (3).

La elaboración y exposición, así como la explicación del póster, crea un ambiente de trabajo colaborativo además de ofrecer oportunidades de aprendizaje.

La autoevaluación y la coevaluación pueden ayudar a adquirir cierto espíritu crítico, a la vez que favorece un mejor aprendizaje.

En el futuro habremos de incidir especialmente en la evaluación del portafolio y las rúbricas de autoevaluación y coevaluación.

AGRADECIMIENTOS

“Projectes de Millora de la docència” 2007. Grupo GRAPA, Instituto de Ciències de l'Educació (ICE-UPC) Estudio “Tècniques i mètodes d'avaluació a la UPC. Incidència en els processos”.

“Guia per a l'avaluació de competències en els laboratoris de ciència i tecnologia”, 2007, December, 'Agència per a la Qualitat del sistema Universitari de Catalunya (AQU). Publicada, abril 2009.

“Projectes de Millora de la docència” 2008. Grupo GReDiQ Instituto de Ciències de l'Educació (ICE-UPC). Material docent en format digital per assignatures d'experimentació en química.

REFERENCIAS

1. AQU. “Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya” (2007) Informe 2006. Resultats de les avaluacions de les titulacions. <http://www.aqucatalunya.org> (acceso abril de 2007)
2. AQU. “Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya” Marc general per a l'avaluació dels aprenentatges dels estudiants (2003)
3. Assessment Reform Group. *Assessment for Learning. Beyond de Black Box* (2002) Enlace: Gorchs R., Tortosa M., Tobías E.. L'experimentació química. Problemàtica i Efectivitat. En *Didàctica i organització d'assignatures basades en l'experimentació*. (2005) J. Casal, A. Sastre (eds) Universitat Politècnica de Catalunya. 87-94.
4. Tortosa, M., Gorchs R. Estratègies per a millorar l'aprenentatge en les practiques de química: contextualització i aprenentatge cooperatiu. *Actes del 4º Congrés Internacional sobre Docència Universitària i Innovació (IV CIDUI)*. (2006) Barcelona
5. Davies I. *International Journal of Science Education* (2004). Vol. 26 (14) 1751-1763.
6. Llorens J.M. Research on assessment in a university course in general chemistry. *IEMA Grupo de Innovación en la Evaluación para la mejora del Aprendizaje Activo* (2006) *La evaluación compartida: investigación multidisciplinar*. Ed. Watts, F. I García-Carbonell, A. <http://www.upv.es/gie/Publicaciones.html#Topic7> (acceso abril de 2007).

MÉTODOS ORIENTADOS A LA MEJORA DEL APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN EN LA ASIGNATURA FUNDAMENTOS DE QUÍMICA DE LA TITULACIÓN DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS

Sanjiv Prashar y Santiago Gómez Ruiz

Departamento de Química Inorgánica y Analítica, E.S.C.E.T.
Universidad Rey Juan Carlos, 28933 Móstoles (Madrid)
sanjiv.prashar@urjc.es

Este trabajo describe nuestra experiencia en la aplicación de un sistema de evaluación continua en la asignatura de Fundamentos de Química de la titulación de Ingeniería Técnica Industrial (especialidad Química Industrial) de la Universidad Rey Juan Carlos.

1. INTRODUCCIÓN

Como químicos, es obvia para nosotros la importancia de que los futuros ingenieros tengan buenos conocimientos de esta ciencia básica. Incluso el plan Bolonia apoya la idea de que ciertas materias y conocimientos deban de ser comunes en las diferentes titulaciones. Para muchos grados de ingeniería, esto significará la presencia de asignaturas de química en el plan de estudios.

El problema que se suele encontrar el docente químico impartiendo asignaturas en otras titulaciones que no sea química, es la falta de importancia que dan los estudiantes a esta materia. El segundo problema es que también esta indiferencia existe por parte de los otros profesores y responsables académicos de la titulación. La resolución del segundo problema queda fuera del ámbito de este trabajo, sin embargo, el primer problema se puede resolver haciendo que el estudiante participe en el aprendizaje y desarrollo de la asignatura. Un buen vehículo para conseguirlo, es el empleo de un sistema de evaluación continua y la incorporación a la metodología docente de actividades de aprendizaje autónomo o en grupo, que puedan asimilar a los estudiantes diferentes competencias específicas y transversales. Paralelamente, el contenido de la asignatura debe ser impartido con un enfoque hacia el mundo de la ingeniería.

2. OBJETIVOS

Los objetivos genéricos a conseguir en la implantación de un sistema de evaluación continua son los siguientes:

- Acercar el método de evaluación de la asignatura hacia el modelo EEES
- Favorecer el aprendizaje autónomo del estudiante
- Optimizar el rendimiento del estudiante
- Reducir el fracaso académico y el abandono

Los objetivos docentes perseguidos, tienen como propósito conseguir una mayor implicación del estudiante en el proceso de aprendizaje a través de la aplicación de una evaluación continua y la implantación de nuevas metodologías enfocadas en esta dirección.

3. CONTENIDO DE LA ASIGNATURA FUNDAMENTOS DE QUÍMICA

El objeto de este estudio es la implantación de un sistema de evaluación continua en la asignatura de Fundamentos de Química de la titulación de Ingeniería Técnica Industrial de la Universidad Rey Juan Carlos. Esta asignatura, de 6 créditos (3 teóricos + 3 prácticos), se imparte en el primer cuatrimestre del primer curso y tiene como descriptores *Estructura de la Materia; Enlace Químico; Química Inorgánica* (BOE 23 de junio 1998). En la asignatura se abordan los siguientes temas:

| | |
|---------|--|
| Tema 1. | Estructura Atómica |
| Tema 2. | Enlace Covalente |
| Tema 3. | Enlace Iónico |
| Tema 4. | Fuerzas Intermoleculares. Líquidos y Sólidos |
| Tema 5. | Termodinámica Química |
| Tema 6. | Equilibrio Químico |
| Tema 7. | Conceptos y Procesos Ácido-Base |
| Tema 8. | Conceptos y Procesos Redox |
| Tema 9. | Introducción a la Química Inorgánica |

4. SISTEMA DE EVALUACIÓN

Se han introducido métodos innovadores que conducen a una participación constante del estudiante en el desarrollo de la enseñanza universitaria. Todo ello enfocado hacia una evaluación continua de sus conocimientos, lo que provoca a su vez una mayor motivación en cuanto al aprendizaje de la materia objeto de estudio.

En concreto, el método de evaluación continua aborda importantes asuntos y puede resolver problemas claves en el desarrollo de las asignaturas que los métodos tradicionales no han logrado resolver con mucha eficacia.

- Estimular el estudiante hacia un aprendizaje autónomo
- Aumentar el éxito académico del estudiante
- Facilitar la participación activa del estudiante

Para evaluar la asignatura se ha sumado la nota de las distintas actividades (45%) con la nota del examen final (55%). Dentro de la evaluación continua se han incluido las siguientes actividades:

- ❖ Exámenes tipo test presenciales

- ❖ Exámenes on-line
- ❖ Trabajo en grupo
- ❖ Prácticas de laboratorio
- ❖ Experiencias de aprendizaje autónomo

5. ACTIVIDADES DOCENTES Y LA EVALUACIÓN CONTINUA

En este sistema de evaluación continua, la clase magistral presencial sigue siendo el eje principal en la transferencia de conocimientos de profesor a estudiante. Sin embargo, el profesor ahora no se dedica sólo a exponer el contenido de la materia, sino también a incentivar la participación del estudiante.

La evaluación continua ha constado de las siguientes actividades:

- *Examen tipo test presencial* sobre los temas 1-4 que ha tenido un valor de 6% de la nota final. Estos temas, al ser los más teóricos de toda la asignatura, han sido expuestos a los alumnos mediante clases magistrales y seminarios interactivos.
- Dos *exámenes online tipo test* a través del sistema de Campus Virtual de la Universidad Rey Juan Carlos (los temas 5 y 8, respectivamente) con un valor total de 5% de la nota final
- Un *trabajo en grupo* que ha sido evaluado por una sesión de tutoría en grupo, una *evaluación triangular* (evaluación propia del alumno, de los compañeros de grupo y del profesor) y la *presentación del trabajo escrito y oral*. Esta actividad tiene un valor total del 10% de la nota final.
- Para los temas 6 y 7 se han llevado a cabo sendas experiencias de *aprendizaje autónomo* en las que se ha impartido una clase magistral por cada tema, donde se han expuesto los objetivos y el contenido que el estudiante ha de aprender así como los recursos informáticos, bibliografía y demás de los que dispone para la preparación de los mismos. Se han realizado dos sesiones (una para cada tema) de *aprendizaje cooperativo* donde los estudiantes han planteado entre ellos sus dudas y problemas, así como los conceptos aprendidos. Se han realizado dos sesiones (una para cada tema) de *tutorías en pequeños grupos*. Todo ello ha sido evaluado con un *examen tipo test presencial* para cada tema que cada uno tuvo un valor del 7% de la nota final. Las sesiones de tutoría y aprendizaje cooperativo han sido evaluadas por parte del profesor y han contado un 5% de la nota final.
- *Prácticas de laboratorio* que han sido evaluadas a partir (i) del cuaderno que el estudiante ha elaborado reflejando los resultados obtenidos en el laboratorio, (ii) del comportamiento individual de los alumnos en el laboratorio y (iii) destreza del estudiante en el laboratorio. El global de estas evaluaciones, ha tenido un valor del 5% de la nota final.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado de nuestra experiencia ha sido exitoso, ya que se ha conseguido un aumento notable en la tasa de aprobados con respecto a años anteriores.

Todos los alumnos que se ha presentado al examen final han aprobado (véase Tabla 1). Un problema que sigue existiendo, es el alto porcentaje de estudiantes que no se presenta a la convocatoria de evaluación. La evaluación continua en este caso no ha ayudado a subsanar este problema. En general, los estudiantes consideran que los sistemas de evaluación continua significan mucho más trabajo para ellos.

Tabla 1. Comparación de las notas de los estudiantes en los dos últimos cursos

| | 2007-08 Metodología tradicional | 2008-09 Evaluación Continua |
|--------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Matricula de Honor | 0% | 1,8% |
| Sobresaliente | 1,5% | 3,6% |
| Notable | 2,9% | 33,9% |
| Aprobado | 29,4% | 33,9% |
| Suspenso | 39,7% | 0% |
| No Presentado | 26,5% | 26,8% |

Se puede contemplar que participando en las actividades, el estudiante solo va acumulando puntos para la nota final, lo cual podría ser verdad, pero hay que tener en cuenta, que el estudiante también está acumulando conocimientos de la materia que se reflejan en el examen final. De los 41 estudiantes que se presentaron al examen final, sólo 2 no alcanzaron la nota de 5 (sobre 10), y consiguieron notas de 4,1 y 4,5. Lo cual implica, que el conocimiento y la aplicación del mismo por parte del estudiante, es lo suficientemente amplio como para haber aprobado un examen global de la asignatura en un sistema de evaluación tradicional.

No se debe olvidar que además de los conocimientos químicos asimilados, y en muchos casos sin saberlo, el estudiante está adquiriendo competencias en distintos ámbitos.

La opinión de los alumnos sobre la evaluación continua es que, con este sistema, resulta más sencillo aprobar aunque supone más trabajo. La actividad peor considerada por los estudiantes ha sido el *aprendizaje autónomo*, la actividad más acorde con las directrices del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), y demuestra el problema real que hay en España para adoptar las medidas del mismo. Parece claro que el estudiante todavía está mucho más cómodo siendo agente pasivo en el aprendizaje y asimilación de conocimientos, y es muy reticente a ser el agente activo en el mismo.

7. CONCLUSIONES

Una manera de interesar a los estudiantes de Ingeniería en la Química, es intentar promocionar su participación activa en el aprendizaje. Un sistema de evaluación continua parece ser ideal para conseguirlo. También éste, sirve para mejorar los conocimientos adquiridos en comparación con los conseguidos utilizando métodos docente tradicionales.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Rey Juan Carlos por la concesión del proyecto *“Modelos genéricos para la evaluación continua. Métodos orientados a la mejora del aprendizaje y evaluación de las enseñanzas universitarias”* en la *IV Convocatoria de Ayudas a la Innovación y Mejora de la Docencia. Curso 2008/2009*. También nos gustaría agradecer a los integrantes del proyecto M.R. Martín-Briceño, G. Díaz-Pardo, y M.T. Martín-Fuentes.

DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE LA COMPETENCIA “TRABAJO EN EQUIPO” EN LA ASIGNATURA QUÍMICA Y ANÁLISIS DE LOS ALIMENTOS

*Isabel Sierra Alonso, Sonia Morante Zarcero
y Damián Pérez Quintanilla*

Departamento de Química Inorgánica y Analítica, ESCET, Universidad Rey Juan
Carlos, C/ Tulipán s/n, Móstoles, Madrid.
sonia.morante@urjc.es

Durante el curso académico 2008/09 se han puesto en marcha diversas experiencias piloto para la adaptación de algunas asignaturas del área de Química al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) en las titulaciones de Ingeniería en la Universidad Rey Juan Carlos (URJC). En el presente trabajo se describen algunas actividades llevadas a cabo en la asignatura “Química y Análisis de los Alimentos” para el desarrollo-evaluación de la competencia “trabajo en equipo” y se discutirán algunos de los resultados más importantes conseguidos en la experiencia.

1. INTRODUCCIÓN

El enfoque de la docencia basada en competencias supone importantes cambios a nivel curricular, organizativo y metodológico. La aplicación de nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje nos lleva a pensar en nuevas estrategias de evaluación, puesto que los métodos tradicionales de evaluación que se utilizan actualmente, por lo general, no son lo suficientemente adecuados para enfrentarnos a las condiciones cambiantes de la educación superior.

En el entorno del EEES, el diseño de la evaluación debe estar enfocado no solo a valorar si el estudiante ha alcanzado los objetivos de aprendizaje, sino también a poner en práctica las competencias a desarrollar en el alumno. El aprendizaje basado en competencias requiere un sistema de evaluación variado, ya que cada competencia tiene componentes muy distintos que requieren de actividades diversas para su desarrollo y evaluación. Además, es importante que el sistema de evaluación sea aportado a los estudiantes al principio del curso, a través de la guía docente de la asignatura.

La competencia “trabajo en equipo” se encuentra entre las competencias más valoradas en los Grados de Ingeniería, lo que se pone de manifiesto a partir del estudio de los libros blancos de la ANECA (1) para estas titulaciones. Esta competencia se encuentra, además, entre las trece que aparecen con mayor frecuencia en más de veinte instituciones distintas consultadas, ocupando en esta lista la posición quinta (2). En el presente trabajo se describen algunas actividades llevadas a cabo en la asignatura “Química y Análisis de los Alimentos” y se discuten los resultados más importantes conseguidos con las actividades realizadas.

2. METODOLOGÍA

La asignatura “Química y Análisis de los Alimentos” es una asignatura de libre elección que se imparte en la Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología de la URJC para alumnos de las titulaciones de Ingeniería Química e Ingeniería Técnica Industrial, especialidad en Química Industrial, Como ya se ha indicado previamente, durante el curso académico 2008/09 se han puesto en marcha en esta asignatura algunas actividades para el desarrollo de la competencia “trabajo en equipo” basadas en el estudio de casos, aprendizaje basado en problemas (PBL) y Philips 66. La evaluación de las actividades anteriormente citadas se realizó mediante distintas pruebas, principalmente técnicas de observación (tutorías y registros), autoevaluación y evaluación por compañeros. En la Figura 1 se muestra, a modo de ejemplo, una tabla resumen con las características de la actividad número 3.

| ACTIVIDAD Nº 3 | |
|---|-----------------------------------|
| Tipo de metodología utilizada..... | PBL |
| Título de la actividad..... | Composición de los alimentos..... |
| Nº de sesiones en las que se ha desarrollado la actividad: | |
| En el aula..... | 4..... |
| Fuera del aula | 3 |
| Tutorías | 1,5 horas |
| Nº de actividades realizadas para la evaluación de la actividad..... | 7..... |
| Tipo de actividades realizadas para la evaluación de la actividad: | |
| Pruebas objetivas..... | |
| Pruebas de respuesta corta... en grupo..... | |
| Pruebas de desarrollo..... | |
| Pruebas prácticas (en el aula, en el laboratorio)..... | |
| Informes (escrito, oral, ambos).....ambos en grupo..... | |
| Autoevaluación después de la actividad | x..... |
| Evaluación por compañeros después de la actividad..... | x..... |
| Técnicas de observación (tutorías) | x..... |
| Técnicas de observación (registros) | x..... |

Figura 1. Tabla resumen de la actividad 3 realizada con los alumnos de la asignatura Química y Análisis de Alimentos.

Para evaluar la consecución de la competencia “trabajo en equipo” en su primer nivel de dominio (el cual implica participar y colaborar activamente en las tareas de equipo y fomentar la confianza, la cordialidad y la orientación a la tarea conjunta) se seleccionaron cinco indicadores relacionados con la participación y colaboración activa del alumno en las tareas del equipo. Cada indicador se desglosó en cinco

descriptores que indican el grado de consecución del mismo y, en su conjunto, de la competencia. En la Figura 2 se muestra la ficha utilizada para la evaluación de esta competencia a través de técnicas de observación (registros) y en la Figura 3 se muestra el cuestionario de autoevaluación que fue rellenado por cada alumno al inicio del curso (autoevaluación inicial) y al final del mismo (autoevaluación final).



TITULACIÓN
 NOMBRE
 ACTIVIDAD
 TIPO DE EVALUACIÓN
 Fecha:.....

Ficha de evaluación de competencias genéricas
Competencia: Trabajo en equipo

| | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|---|
| <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | <p>Realiza las tareas que le son asignadas</p> <p>1 = Nunca 2 = Parcialmente 3 = Siempre y en el plazo establecido 4 = Siempre y supone una aportación importante para el grupo 5 = Siempre, supone una aportación importante para el grupo y facilita el trabajo del resto del equipo</p> |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Observaciones | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | <p>Participa de forma activa en el equipo, comparte información, conocimientos y experiencias</p> <p>1 = Se ausenta fácilmente o su presencia es irrelevante 2 = Participa poco 3 = Se muestra activo y participativo 4 = Fomenta la participación de los demás 5 = Su aportación es fundamental para el grupo y para la calidad del trabajo</p> |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Observaciones | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | <p>Colabora en la definición, organización y distribución de tareas información, conocimientos y experiencias</p> <p>1 = Se resiste a la organización del trabajo en equipo 2 = Se limita a aceptar la organización propuesta por otros 3 = Participa en la organización y distribución del trabajo 4 = Es organizado y distribuye el trabajo con eficacia 5 = Organiza el trabajo aprovechando los recursos de otros</p> |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Observaciones | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | <p>Se esfuerza en la consecución de acuerdos, objetivos comunes y se compromete con ellos</p> <p>1 = Persigue objetivos particulares 2 = Le cuesta integrar sus objetivos con los del resto del grupo 3 = Asume como propios los objetivos del grupo 4 = Promueve la definición clara de objetivos y que el grupo los asuma 5 = Cohexiona el grupo para conseguir objetivos más exigentes</p> |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Observaciones | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | <p>Tienen en cuenta los puntos de vista de otros y los utiliza de forma constructiva</p> <p>1 = No escucha y descalifica a otros. Quiere imponer sus opiniones 2 = Escucha poco, no pregunta y no se preocupa por la opinión de otros 3 = Acepta las opiniones de otros y sabe dar su punto de vista 4 = Fomenta el diálogo constructivo y tiene en cuenta las aportaciones de otros 5 = Integra las opiniones de otros manteniendo un clima de colaboración y apoyo</p> |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| Observaciones | | | | | | | | | | | |

Figura 2. Ficha de evaluación para la competencia “trabajo en equipo”.



TITULACIÓN.....
NOMBRE ALUMNO
TIPO DE EVALUACIÓN
Fecha

ENCUESTA DE AUTOEVALUACIÓN DE COMPETENCIAS GENÉRICAS
COMPETENCIA: TRABAJO EN EQUIPO

En relación al reparto de tareas en el trabajo en equipo....

| | | |
|---|--------------------------|--|
| 1 | <input type="checkbox"/> | Nunca termino las tareas que me son asignadas |
| 2 | <input type="checkbox"/> | A veces termino las tareas que me son asignadas |
| 3 | <input type="checkbox"/> | Siempre termino mis tareas en el plazo establecido |
| 4 | <input type="checkbox"/> | Siempre termino mis tareas y son de gran calidad |
| 5 | <input type="checkbox"/> | Mis tareas son de gran calidad facilitan el trabajo de los demás |

En relación a mi participación en el equipo

| | | |
|---|--------------------------|---|
| 1 | <input type="checkbox"/> | Me ausento con frecuencia o mi presencia es irrelevante |
| 2 | <input type="checkbox"/> | Suelo participar poco |
| 3 | <input type="checkbox"/> | Me muestro activo y participativo |
| 4 | <input type="checkbox"/> | Me gusta participar y hacer que los demás participen |
| 5 | <input type="checkbox"/> | Comparto información, conocimientos y experiencias con mis compañeros |

En relación a la organización del trabajo dentro del equipo

| | | |
|---|--------------------------|---|
| 1 | <input type="checkbox"/> | No me gusta trabajar en equipo |
| 2 | <input type="checkbox"/> | Me limito a aceptar la organización que proponen otros |
| 3 | <input type="checkbox"/> | Me gusta participar en la organización y distribución del trabajo |
| 4 | <input type="checkbox"/> | Soy muy organizado y distribuyo eficazmente el trabajo |
| 5 | <input type="checkbox"/> | Tengo en cuenta los recursos de mis compañeros para organizar y distribuir el trabajo |

En relación a los objetivos del trabajo en equipo

| | | |
|---|--------------------------|--|
| 1 | <input type="checkbox"/> | Solo me interesan mis objetivos particulares |
| 2 | <input type="checkbox"/> | Me cuesta considerar como propios los objetivos del grupo |
| 3 | <input type="checkbox"/> | Asumo como propios los objetivos del grupo |
| 4 | <input type="checkbox"/> | Siempre promuevo que el grupo tenga unos objetivos comunes |
| 5 | <input type="checkbox"/> | Me gusta cohexionar el grupo para alcanzar objetivos exigentes |

En relación a las opiniones del resto de los compañeros del equipo

| | | |
|---|--------------------------|--|
| 1 | <input type="checkbox"/> | No suelo escuchar y descalifico con facilidad, me gusta imponer mis opiniones |
| 2 | <input type="checkbox"/> | Escucho poco, no suelo preguntar y no me interesa lo que opinen los demás |
| 3 | <input type="checkbox"/> | Me gusta conocer las opiniones de mis compañeros y las acepto |
| 4 | <input type="checkbox"/> | Fomento el diálogo entre mis compañeros y utilizo sus opiniones de manera constructiva |
| 5 | <input type="checkbox"/> | Creo un clima de colaboración y apoyo en el grupo integrando las opiniones de todos |

Muchas gracias por tu colaboración

Figura 3. Ficha de autoevaluación para la competencia “trabajo en equipo”.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La competencia “trabajo en equipo” es una competencia genérica del grupo de las interpersonales. En la asignatura “Química y Análisis de Alimentos” se programaron cuatro actividades distintas a lo largo del curso para desarrollar esta competencia en los alumnos, para cuyo diseño se prestó especial atención a aspectos importantes tales como: a) el número de componentes del equipo (entre 4 y 5), b) los objetivos propuestos (claramente especificados en cada actividad), c) las tareas y roles a realizar por cada miembro del equipo (que, por lo general, debían ser acordados entre los miembros del grupo) y d) la programación de tiempos para realizar esas tareas (indicada por el profesor a los alumnos antes del comienzo de la misma).

En la Figura 4 se puede observar los resultados obtenidos en los cuestionarios de autoevaluación inicial y final de los alumnos. Como se puede ver en el gráfico, el indicador relacionado con la implicación en la consecución de objetivos comunes en el trabajo en equipo fue el que, en opinión de los alumnos, experimentó una clara mejoría con las actividades realizadas, pasando de 6 a 14 los alumnos con una puntuación superior a 3. En el resto de los indicadores no se observaron importantes diferencias entre los resultados de la autoevaluación inicial y final, si bien merece destacar como los indicadores relacionados con la realización de las tareas asignadas y con la implicación en la organización del trabajo fueron los únicos donde se observaron puntuaciones inferiores a 3.

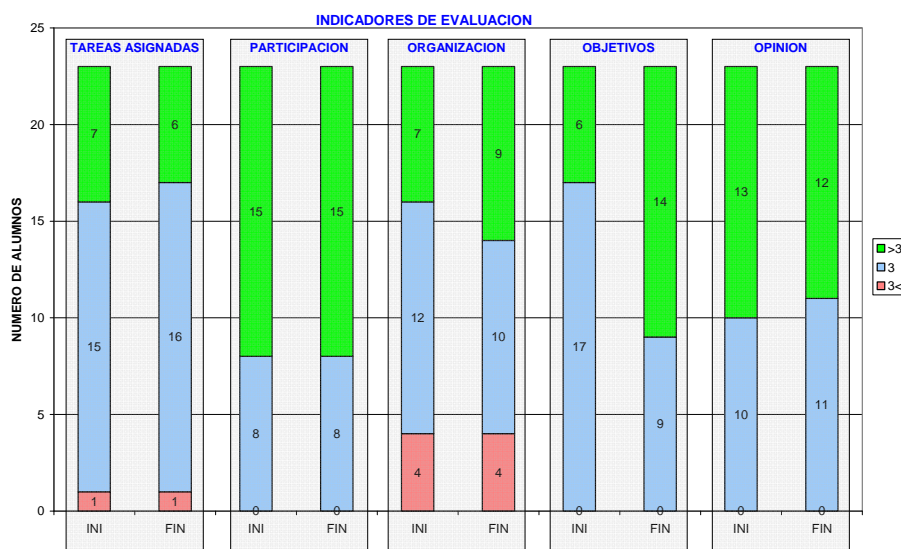


Figura 4. Resultados del cuestionario de autoevaluación inicial y final sobre la competencia trabajo en equipo en los alumnos de Química y Análisis de Alimentos.

Al comparar los resultados de la autoevaluación inicial y final para cada alumno, tal y como se muestra en la Figura 5, se observó como un porcentaje importante de los alumnos no consideró experimentar cambio alguno tras realizar las actividades (entre el 35 y el 74%). Empezando con el indicador relacionado con la realización de las tareas asignadas, tan solo un 9% de los alumnos subió en su puntuación mientras que un 17% se puntuó menos al finalizar la experiencia que al principio. En los indicadores relacionados con la participación, organización del trabajo y respeto a la opinión de los compañeros el porcentaje de alumnos que consideró mejorar fue superior (22, 35 y 26%, respectivamente) siendo este porcentaje muy parecido al de los alumnos que se otorgaron una puntuación inferior a la inicial (17, 30 y 30%, respectivamente). El indicador relacionado con la consecución de objetivos comunes fue el que más clara mejoría experimento puesto que un 35% de los alumnos subieron en puntuación y tan solo el 9% bajaron.

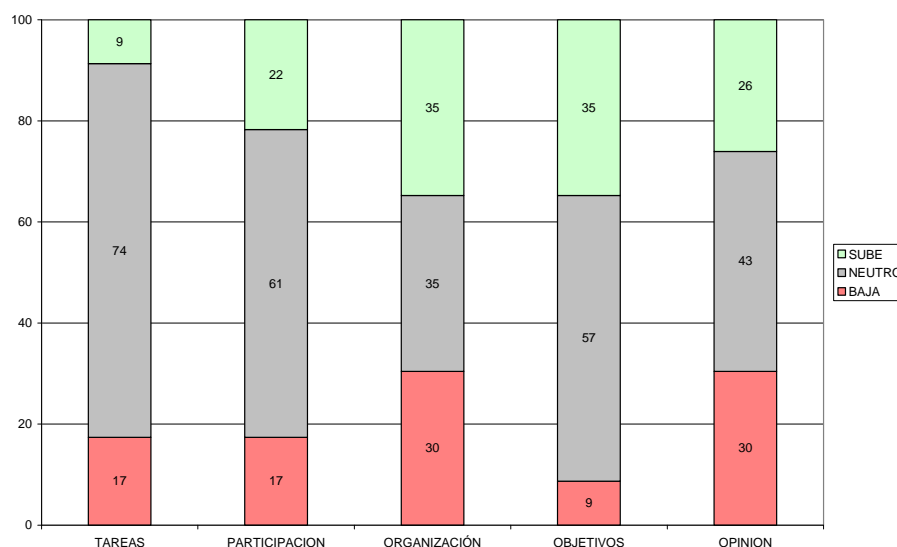


Figura 5. Porcentaje de variación en los resultados del cuestionario de autoevaluación inicial y final para cinco indicadores de consecución de la competencia trabajo en equipo.

Para poder explicar estos resultados tenemos que pensar que los alumnos de “Química y Análisis de los Alimentos” implicados en la experiencia, al tratarse de alumnos de entre 3 y 5º curso, la mayoría de ellos ya habían realizado previamente diversos “trabajos en grupo” en otras asignaturas, en los que la puntuación recibida, por lo general, dependía exclusivamente de la calidad del informe entregado al profesor y de la presentación del mismo. De esta forma, en la autoevaluación inicial se otorgaron una puntuación de acuerdo a su experiencia previa en este tipo de trabajos, la cual fue por general igual o superior a tres, es decir que todos se consideraban estar

en la media en relación a los indicadores evaluados o incluso por encima. Sin embargo, tras realizar las cuatro actividades programadas en la asignatura, todas ellas en grupo pero de manera mucho más dirigida, estructurada y con un mayor seguimiento, tanto por parte de los compañeros como del profesor, un porcentaje importante de alumnos se otorgó una puntuación inferior a la inicial. Este hecho no puede atribuirse a un empeoramiento de la competencia con la realización de las actividades, sino más bien a que los alumnos sobrevaloraron inicialmente cada uno de los indicadores relacionados con la misma, de lo que fueron conscientes solo después de la realización de las actividades. Así, muchos se dieron cuenta de que realmente no siempre terminaban sus tareas en el plazo establecido o que estas no eran de tan gran calidad, como inicialmente creían, cuando las compararon con las de otros compañeros del grupo. Algo similar pasó en el resto de los indicadores y así muchos alumnos fueron conscientes de que su participación en el equipo, su implicación en la organización del trabajo y su interés por las opiniones del resto de compañeros no era tan alta como inicialmente consideraron. Fue, sin embargo, la puntuación del indicador relacionado con la consecución de objetivos comunes en la que un menor porcentaje de alumnos se otorgó menor puntuación al finalizar las actividades e incluso un porcentaje importante mejoró.

En la Figura 6 se muestra la puntuación total obtenida para cada indicador en las encuestas de autoevaluación final y en la evaluación final realizada por el profesor mediante técnicas de observación, cumplimentando fichas de registro como la que se muestra en la Figura 2.

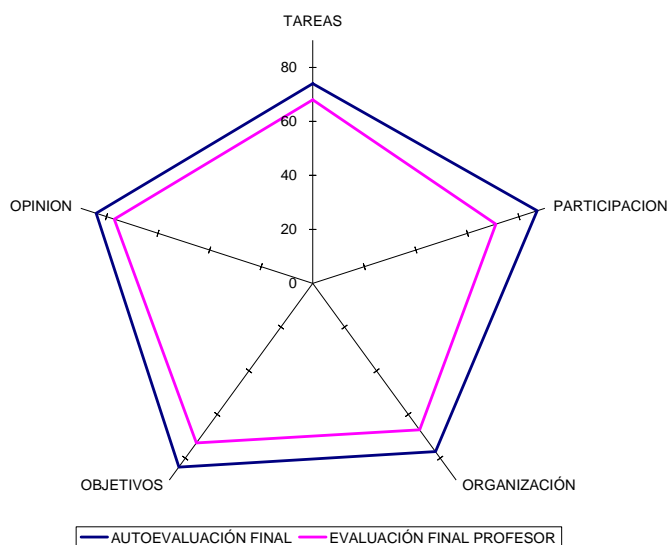


Figura 6. Puntuación total obtenida para en el cuestionario de autoevaluación final y en la evaluación final del profesor mediante técnicas de observación.

Como puede observarse en la Figura 6, la puntuación para los distintos indicadores otorgada por el profesor a los alumnos evaluados mediante técnicas de observación al finalizar las actividades programadas fue, en todos los casos, inferior a la otorgada por los propios alumnos en las encuestas de autoevaluación final, siendo las diferencias menores en los indicadores relacionados con la realización de las tareas y el respecto a la opinión de los demás. Donde más diferencia entre ambas puntuaciones se produjo fue en lo referente a la participación en las tareas, donde los alumnos dicen participar más de lo que el profesor observa, e incluso muchos de ellos dicen fomentar la participación de los demás.

Finalmente, en la Figura 7 se muestra un gráfico comparativo entre el cuestionario de autoevaluación final y la evaluación final del profesor. Como puede observarse, el indicador relacionado con el interés por las opiniones de los compañeros fue el único en el que todos los alumnos se encontraban a un nivel igual o superior a 3, tanto para el profesor como para los propios alumnos, es decir, que todos ellos escuchan y aceptan las opiniones de los compañeros. Sin embargo, en el resto de los indicadores el número de alumnos con puntuaciones por debajo de 3 fue superior en la evaluación del profesor que en la de los propios alumnos, especialmente en lo referente a la realización de las tareas y a la participación, donde según la apreciación del profesor algunos alumnos solo realizaban parcialmente sus tareas o se mostraban poco participativos.

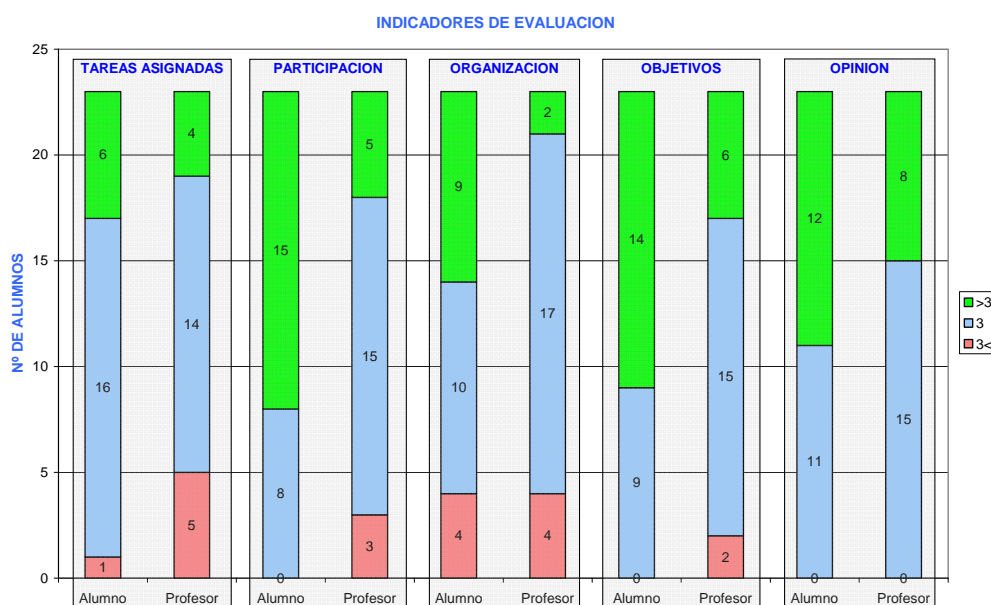


Figura 7. Resultados del cuestionario de autoevaluación final (alumno) y la evaluación final (profesor) sobre la competencia trabajo en equipo.

4. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se han presentado los resultados más importantes conseguidos en la experiencia llevada a cabo en la asignatura “Química y Análisis de los Alimentos” para el desarrollo-evaluación de la competencia “trabajo en equipo” con alumnos de 3º - 5º curso de Ingeniería Química e Ingeniería Técnica Industrial, especialidad en Química Industrial. Como conclusión más relevante del trabajo aquí presentado podemos destacar que la adquisición de la competencia “trabajo en equipo” es un proceso bastante complejo, muy relacionado con la adquisición de otras competencias como las habilidades interpersonales de socialización, de liderazgo, de comunicación, de adaptarse a nuevas situaciones, de integración, de toma de decisiones, etc. El desarrollo-evaluación de esta competencia en su primer nivel de dominio, el cual implica participar y colaborar activamente en las tareas de equipo y fomentar la confianza, la cordialidad y la orientación a la tarea conjunta, debe iniciarse en el primer curso del Grado con actividades grupales bien estructuradas y dirigidas por el profesor. Para el adecuado desarrollo de la competencia, los alumnos deben conocer los indicadores que van a ser utilizados en la evaluación de la misma: realización de tareas (trabajo), participación, organización, objetivos comunes (cohesión) y opiniones (socialización). Todos estos aspectos deben tenerse en cuenta y ser evaluados, mediante distintos tipos de pruebas, en cada una de las actividades programadas, evitando que la puntuación dependa exclusivamente de la calidad del informe entregado al profesor y de la presentación del mismo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer al Ministerio de Ciencia e Innovación la financiación de este trabajo, a través del proyecto titulado: *Herramientas para la evaluación de competencias en los estudiantes universitarios y recursos para el análisis de su calidad en el marco del EEES*.

REFERENCIAS

1. Libros Blancos de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación http://www.aneca.es/activin/activin_conver_LLBB.asp
2. A. Villa y M. Poblete, *Aprendizaje basado en competencias, una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas*, Ediciones Mensajero, Bilbao, 2007.

Parte IV

Miscelánea

LA INCLUSIÓN DE LA QUÍMICA BÁSICA EN LOS CURSOS CURRICULARES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNAM

*Guadalupe Calderón Castellanos, Carlos Castro-Acuña^a,
Consuelo García Manrique y Graciela Muller Carrera^b*

Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad Universitaria, 04510, México D.F.

a) castroacuna02@yahoo.com, b) muller@servidor.unam.mx

Se presenta un panorama global de cómo se incorporaron los cursos de química dentro de los programas de estudio de las diversas carreras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Campus C.U. y las adecuaciones y modificaciones que se han hecho en los últimos diez años.

1. INTRODUCCIÓN

Antes de 1993, la química estaba presente en sólo seis de las once licenciaturas de la Facultad de Ingeniería. Para dos de ellas (Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial) era considerada asignatura básica y para otras cuatro (Ing. Geofísica, Ingeniería geológica, Ingeniería de Minas y de metalurgia e Ingeniería Petrolera) era considerada dentro de las “otras asignaturas” del plan de estudios. En la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la carrera de Ingeniería Química no se imparte en la facultad de Ingeniería sino en la de Química.

En 1993, se replanteó la enseñanza en la facultad de Ingeniería de la UNAM con base en acuerdos de la Unión Panamericana de Ingenieros (UPADI) para mantener los estándares de excelencia que habían caracterizado a la Institución.

En la década de los ochenta México entró en una gran crisis económica. Se dio fin a la política de protección al sector productivo interno e ingresó al GATT. El país se encontraba en plena globalización económica. El siguiente paso importante fue en 1990, cuando comenzaron las negociaciones del tratado de libre comercio con los Estados Unidos y Canadá. La sociedad mexicana, como cualquier otra, está constituida por individuos que necesitan estar preparados para responder a los cambios. Por este motivo, la educación superior era responsable de dar respuestas casi inmediatas a los retos que se generarían a partir de este nuevo panorama.

En este contexto, los ingenieros son uno de los elementos clave en el desarrollo tecnológico de un país. Ellos se encargan de dar soluciones a un gran número de procesos organizativos y productivos para asegurar un avance sostenido del aparato productivo. Para dar respuesta a lo anterior, dentro de la Facultad de Ingeniería se intensificó la labor de actualización de los Planes de Estudio. Dentro de ellos definió que el “objetivo de las ciencias básicas será proporcionar el conocimiento fundamental de la naturaleza de los fenómenos, incluyendo sus expresiones cuantitativas; deberá incluir química básica y física en niveles y enfoques adecuados y actualizados, manejados ambos con cálculo y un mínimo de dos semestres... [además de contar con]

un conjunto de experiencias apropiadas en laboratorios y talleres que sirvan para combinar elementos de teoría con la práctica, que de acuerdo a la disciplina de que se trate, tendrá un valor mínimo de horas.” Es en este período en que se incluyen laboratorios en la enseñanza de estas ciencias.

2. LA QUÍMICA EN LOS PLANES DE ESTUDIO DE INGENIERÍA DE LA UNAM

La inclusión de las ciencias básicas dentro de un tronco común para todas las licenciaturas de ingeniería fue una de las modificaciones mas importantes que se hicieron para la actualización de los planes de estudio de acuerdo a los criterios señalados.

La siguiente modificación a los planes de estudio, en que ya hubo una clara diversificación de temas indispensables de acuerdo a las diferentes especialidades que se ofrecen en la facultad de Ingeniería; manteniendo desde luego un núcleo común de conceptos básicos de química que no es posible ignorar.

Los actuales planes de estudio de las doce carreras que se imparten en la Facultad (denominados "Plan 2005"), fueron aprobados por el Consejo Técnico considerando cinco bloques de asignaturas de acuerdo con la siguiente estructura del conocimiento en ingeniería:

| | |
|--|---|
| <p>CIENCIAS BÁSICAS</p> <p>FÍSICA-MATEMÁTICAS- QUÍMICA</p> | |
| <p>CIENCIAS DE LA INGENIERÍA</p> <p>Profundizan en el conocimiento de las ciencias básicas para explicar los fenómenos peculiares a cada especialidad de Ingeniería.</p> | <p>CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES</p> <p>Complementan la formación integral del ingeniero.</p> |
| <p>INGENIERÍA APLICADA</p> <p>Aplicación de las ciencias para resolver problemas de ingeniería.</p> | <p>OTRAS</p> <p>Complementan la formación del ingeniero.</p> |

De esta manera, la Facultad de Ingeniería forma ingenieros con una cultura científica, tecnológica y socio-humanística, que contribuya con un espíritu crítico y participativo en el desarrollo integral del país. Las doce carreras que se imparten en la Facultad son las Ingenierías: geofísica, geológica, en minas y metalurgia, petrolera, civil, en computación, eléctrica y electrónica, industrial, en telecomunicaciones, mecánica, mecatrónica y geomática.

Las asignaturas de Química que se incluyen en cada carrera en la División de Ciencias Básicas se presentan en la siguiente tabla. Todas constan de 4 horas de teoría y 2 horas de laboratorio por semana lo que da un total de 96 horas en el semestre y diez créditos en cada caso.

| CARRERA | ASIGNATURA | SEMESTRE | OBLIGAT. | OPTAT. |
|------------|-------------|----------|----------|---|
| ING. GEOF | QUÍMICA | 2° | • | |
| ING. GEOL | QUÍMICA | 2° | • | |
| ING. M y M | QUÍMICA | 2° | • | |
| ING. PET | Q. ING. PET | 4° | • | |
| ING. CIV | Q. ING. CIV | 6° | • | |
| ING. COM | Q y EST MAT | 1° | • | |
| ING. E y E | Q y EST MAT | 1° | • | |
| ING. TEL | Q y EST MAT | 1° | • | |
| ING. IND | Q. GENERAL | 2° | • | 8 ⁰ ,9 ⁰ ,10 ⁰ |
| ING. MEC | Q. GENERAL | 2° | • | 8 ⁰ ,9 ⁰ ,10 ⁰ |
| ING. MECA | Q. GENERAL | 2° | • | 8 ⁰ ,9 ⁰ ,10 ⁰ |

Las asignaturas optativas son: física general y química, química general, y química aplicada.

Los programas de los diferentes cursos de química son:

QUÍMICA PARA INGENIERIA CIVIL.

1. IMPORTANCIA DE LA QUÍMICA EN LA INGENIERÍA CIVIL
2. ENLACES QUÍMICOS
3. ESTEQUIOMETRÍA Y UNIDADES DE CONCENTRACIÓN
4. TERMOQUÍMICA Y EQUILIBRIO QUÍMICO
5. CINÉTICA QUÍMICA
6. PROCESOS DE EQUILIBRIO
7. OXIDACIÓN Y REDUCCIÓN
8. BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA
9. QUÍMICA ATMOSFÉRICA

QUÍMICA PARA INGENIERIA GEOFÍSICA, INGENIERIA GEOLÓGICA, INGENIERÍA EN MINAS Y METALÚRGIA.

1. INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA Y A LA ESTRUCTURA ATÓMICA
2. PERIODICIDAD QUÍMICA
3. ENLACES QUÍMICOS
4. ESTEQUIOMETRÍA
5. TERMOQUÍMICA Y EQUILIBRIO QUÍMICO
6. ELECTROQUÍMICA

7. QUÍMICA DEL CARBONO
8. PRINCIPALES GRUPOS FUNCIONALES Y SUS PROPIEDADES
9. REACCIONES FUNDAMENTALES EN QUÍMICA ORGÁNICA
10. PROPIEDADES DE LOS COMBUSTIBLES: DIESEL, GASOLINA, GAS NATURAL Y BIOCOMBUSTIBLES

QUÍMICA PARA INGENIERIA PETROLERA.

1. INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA Y A LA ESTRUCTURA ATÓMICA
2. PERIODICIDAD QUÍMICA
3. ENLACES QUÍMICOS
4. ESTEQUIOMETRÍA
5. TERMOQUÍMICA Y EQUILIBRIO QUÍMICO
6. ELECTROQUÍMICA
7. QUÍMICA DEL CARBONO
8. QUÍMICA EN LA INDUSTRIA PETROLERA

QUÍMICA Y ESTRUCTURA DE MATERIALES PARA INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN, INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA, INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES.

1. ESTRUCTURA ATÓMICA
2. PERIODICIDAD QUÍMICA
3. GEOMETRÍA MOLECULAR Y CRISTALOQUÍMICA
4. FUERZAS DE INTERACCIÓN MICROSCÓPICA
5. ESTEQUIOMETRÍA
6. TERMOQUÍMICA Y EQUILIBRIO QUÍMICO
7. ELECTROQUÍMICA

QUÍMICA GENERAL PARA INGENIERÍA INDUSTRIAL, INGENIERÍA MECÁNICA, INGENIERÍA MECATRÓNICA.

1. ESTRUCTURA ATÓMICA
2. PERIODICIDAD QUÍMICA
3. ENLACES QUÍMICOS
4. ESTEQUIOMETRÍA
5. TERMOQUÍMICA Y EQUILIBRIO QUÍMICO
6. ELECTROQUÍMICA
7. QUÍMICA ORGÁNICA

Analizando el temario de cada asignatura de Química, se observa que hay cinco temas fundamentales y comunes para la formación básica de los alumnos en todas las carreras de Ingeniería: periodicidad química, enlaces químicos, estequiometría, termoquímica y equilibrio químico, y electroquímica. Los demás temas de química

incluidos en los temarios son los relacionados con las características propias de cada carrera.

Los cursos de Química llevan ya más de quince años incorporados a las carreras de Ingeniería. Sin duda uno de los grandes obstáculos ha sido contar con los espacios adecuados para llevar a cabo las prácticas de laboratorio. Actualmente, en la UNAM, hay una comunicación permanente entre la Facultad de Química y la Facultad de Ingeniería para mantener los cursos actualizados de tal manera que satisfagan las cambiantes necesidades del entorno profesional de los ingenieros.

REFERENCIAS

1. M.G. Calderón Castellanos, tesis profesional, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Facultad de Química (1997).
2. Facultad de Ingeniería de la UNAM. <http://www.ingenieria.unam.mx/> (acceso: abril de 2009).

AUTOEVALUACIÓN DEL PROCESO FORMATIVO EN LA INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL EN QUÍMICA INDUSTRIAL

Ángel Valea Pérez y María Luz González Arce

Departamento de Ingeniería Química y del Medio Ambiente
Universidad del País Vasco - EHU
Escuela de Ingeniería Técnica Industrial (Plaza La Casilla, 3). 48012-Bilbao
iapvapea@lg.ehu.es

Ante la perspectiva de la implantación de un Nuevo Plan de Estudios, en el que se persigue un cambio profundo en cuanto a las estrategias de aprendizaje, se ha creído conveniente realizar un análisis de la situación actual, a través de un proceso de Autoevaluación de la Titulación, con el fin de detectar los defectos y fortalezas así como las áreas de mejora que permitirían adaptarnos con éxito las Nuevas Titulaciones.

1. INTRODUCCIÓN

La titulación de Ingeniería Técnica Industrial, especialidad en Química Industrial, se oferta en la Escuela de Ingeniería Técnica Industrial de Bilbao y en los otros dos campus de la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea situados en Araba y Gipuzkoa con un proceso formativo armonizado. Actualmente la UPV/EHU coexiste con la Universidad de Deusto (fundada en 1886) y con la Universidad de Mondragón/ Mondragón Unibertsitatea, creada en 1997 por el grupo Mondragón Corporación Cooperativa, si bien ninguna de ellas imparte la titulación objeto de este trabajo.

El llamado Nuevo Plan de Estudios, vigente desde el curso 1997-98, oferta 5 titulaciones diferentes con una oferta docente acorde al Artículo 28.1 de la L.R.U. y Real Decreto 1497/1987 de 27 noviembre (BOE de 14 de Diciembre). Cada titulación está configurada por un conjunto de asignaturas troncales y obligatorias, a las que el alumno añade las optativas ofertadas en las diferentes intensificaciones y las de libre elección, en orden a configurar el currículo adecuado a sus intereses. El Plan de Estudios contiene un total de 232 créditos.

El Plan de Estudios Renove, es una renovación del Plan anterior, vigente desde el curso académico 2003-04. Se trata de modificaciones que se concretan en un ajuste de los contenidos de cada titulación a un total de 225 créditos.

Actualmente la Escuela de Ingeniería está iniciando el proceso de adaptación al nuevo marco del Espacio Europeo de Enseñanza Superior (EEES).

La actual titulación de Ingeniería Técnica Industrial, especialidad en Química Industrial, se configura en base a tres líneas curriculares o intensificaciones diferentes en función de las asignaturas optativas que se elijan (que para cada línea curricular tienen carácter de obligatorias en bloque):

- Ingeniería de Plásticos y Aseguramiento de la Calidad

- Control de Procesos y Calidad
- Control de Calidad Metalúrgica

En Abril del 2001 se convoca el II Plan de Calidad de las Universidades. La UPV/EHU concurre con un proyecto en el que se contempla la evaluación de todas sus titulaciones entre los años 2003 y 2007. Posteriormente, en el año 2003 la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) asume las funciones del Consejo de Coordinación de Universidades y convoca el Programa de Evaluación Institucional 2003-05. La UPV/EHU se presenta a esta convocatoria y la EUITI ha presentado sus cinco titulaciones a la convocatoria de PEI de la ANECA 2006-07. El proceso se realizó a lo largo del año 2007 y 2008. Los autores de este trabajo formaban parte del Comité de Autoevaluación manteniendo una participación muy activa.

En el presente trabajo se presentarán los aspectos más relevantes de la Autoevaluación de la titulación, partiendo de la Descripción de la Situación; el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje; los Resultados del Programa Formativo (tanto en los egresados como en el personal académico y sobre la sociedad). Como continuación del trabajo se han iniciado una serie de proyectos (PISAM) actualmente en curso algunos de ellos, que pretenden desarrollar acciones de mejora tomando como base los DAFO realizados con el fin de lograr corregir desviaciones detectadas y promover la mejora en el proceso formativo y en el propio centro.

2. AUTOEVALUACIÓN DE LA ATENCIÓN AL ALUMNO: SITUACIÓN ACTUAL

En la actualidad el acceso del alumno a la titulación se realiza desde diferentes perfiles de ingreso:

1. Bachillerato y Pruebas de Acceso (PAU, Selectividad)
2. Ciclos Formativos
3. Mayores de 25 años
4. Extranjeros
5. Titulados

Las actuaciones de captación de alumnos se realizan sobre los grupos 1 y 2 desde dos ámbitos diferentes; gestionado por el Servicio de Orientación Universitaria (S.O.U.) en coordinación con los diferentes centros universitarios que desean participar.

Una de las actuaciones consiste en realizar visitas anuales a los Institutos de Secundaria y Bachillerato donde se imparten estos estudios de Bachillerato y/o Ciclos Formativos, y allí se informa de manera muy general sobre la UPV/ EHU.

Una vez realizado el programa de visitas a los centros de Secundaria y Bachillerato, el S.O.U. organiza las Jornadas de Orientación Universitaria, para informar sobre las diferentes titulaciones que oferta la UPV. Estas tienen lugar a lo largo de tres sábados consecutivos, en torno al mes de Febrero, uno en cada Campus

Universitario (Bizkaia, Alava y Gipuzkoa). La Jornada se realiza en uno de los centros de cada uno de los Campus.

En la jornada se puede recoger información de las titulaciones que se imparten en el campus correspondiente a través de dos vías:

- b) a través de Sesiones Informativas colectivas (Reunión en una Sala).
- c) a través de información personal a quienes lo solicitan, por parte de Profesorado voluntario de cada centro.

El objetivo es resolver las dudas del potencial alumnado, padres, tutores y profesores y ayudar a los primeros en la elección de su futuro académico.

La difusión de estas jornadas la realiza el S.O.U. a través de una carta dirigida a los centros de secundaria y bachillerato que se desea contactar.

La Jornada de Orientación Universitaria se repite, en el ámbito nacional, contando con el apoyo del Rectorado, con objeto de informar sobre el llamado Campus único universitario.

- La mayoría de los centros universitarios de la UPV/EHU celebran Jornadas de Puertas Abiertas, en las que los alumnos pueden visitar las instalaciones y consultar “in situ” las dudas sobre cada titulación.

Las actuaciones de captación de alumnos que se hacen desde el S.O.U. no han sido evaluadas.

3. PROGRAMAS DE APOYO ORIENTADOS A LA MEJORA DEL APRENDIZAJE DEL ALUMNO

Actualmente la EUITI de Bilbao realiza un curso de Actualización de Materias Básicas, para “refrescar” los conocimientos en los nuevos alumnos. Este curso, llamado coloquialmente “curso 0”, es voluntario, tiene una duración de 2 semanas, puede ser convalidado por un crédito de libre elección y tiene un coste económico para los alumnos.

El profesorado que lo imparte corresponde a los Departamentos encargados de las materias Básicas: Matemáticas, Química, Física y Expresión Gráfica.

El curso 0 se viene organizando desde el curso académico 2002-03, por acuerdo de la Junta de Escuela como solución a las carencias detectadas en la formación básica del nuevo alumnado y el fracaso detectado en primer curso..

La gestión de este curso corresponde a la subdirección de ordenación Académica, los alumnos son informados de esta opción para “recordar sus conocimientos” por medio de una carta personal que se envía a todos los matriculados.

No existen datos sobre el grado de satisfacción de los estudiantes con este Curso de Actualización de Materias Básicas, si bien se ha observado que la matriculación se mantiene alrededor del 50% de los nuevos alumnos matriculados.

No existen programas de acción tutorial para orientar y/o motivar a alumnos en lo relativo al Programa Formativo y a la Organización de su itinerario curricular.

La inexistencia de pre-requisitos para cursar cualquier asignatura lleva a los alumnos a matriculaciones incoherentes. En consecuencia, al iniciarse el curso de una

nueva materia se producen situaciones en las que la formación previa de los alumnos es muy heterogénea, con intereses absolutamente dispares. La organización de la materia, las actividades de campo, incluso la asistencia a clases o la planificación de exámenes es en ocasiones, imposible.

Los objetivos del programa formativo y los específicos de cada materia o asignatura que la componen se encuentran en las Directrices Propias de los Planes de Estudio y se recogen en la página web de la UPV/ EHU y en la Guía del Alumno.

La docencia de una titulación experimental, como la Ingeniería Técnica Industrial en Química Industrial, se estructura en tres tipos de créditos: los teóricos, los de prácticas de aula, los de prácticas de laboratorio y los de prácticas de ordenador, bien diferenciados en la Planificación Docente y en el tipo de espacios asignados para su desarrollo (que estará dotado de medios adecuados).

Los métodos y técnicas utilizados en el proceso de enseñanza no aparecen reflejados en ningún documento y dependen del profesor/res que imparten cada materia. Con el fin de poder planificar adecuadamente, se ha pasado a los profesores de la titulación un cuestionario para reflejar las metodologías de enseñanza utilizadas.

De las 51 asignaturas ofertadas en la titulación se ha recogido 36 respuestas (que representan un 70,6%). Teniendo en cuenta que algunas de las asignaturas optativas no tienen docencia diferenciada, se considera que el nivel de respuestas obtenido es representativo.

De las 27 asignaturas troncales y obligatorias de universidad, se han obtenido respuesta de 21 (lo que supone un 77,8%).

El método más utilizado es la clásica exposición magistral (100% de las asignaturas reflejadas) y de resolución de problemas y casos (91,7%).

En muchos casos el alumno puede adquirir documentación adicional que aportan los profesores en el Centro de Publicaciones de la Escuela.

La utilización de metodologías telemáticas o herramientas informáticas, como las plataformas Ekasi o Moodle, responden a iniciativas particulares de profesores. En el 25% de las asignaturas respondidas en las encuestas se utilizan métodos on-line, y en el 47,2% se utilizan metodologías basadas en actividades de grupo.

En el 61,1% de las asignaturas respondidas se realizan prácticas de laboratorio o de ordenador en cada caso.

En el 58,3% de las asignaturas los alumnos desarrollan Trabajos escritos o un Proyecto. Exceptuando la asignatura de Proyectos de Fin de Carrera (PFC), en la que la realización de un Proyecto es obligatoria, resulta que el 57,1% de las asignaturas los alumnos desarrollan Trabajos escritos y lo exponen en el 34,3% de las asignaturas.

Finalmente el 36,1% de las asignaturas se complementan con Prácticas de Campo, fundamentalmente visitas a empresas del entorno relacionadas con la materia que se imparte en cada caso.

En los últimos años, las instituciones y profesores han comenzado a preocuparse por la adecuación de la enseñanza a la normativa de créditos europeos (ECTS) y se han organizado diversas Jornadas y Cursos, hay profesores que han participado en

Proyectos de Innovación Educativa (PIE) y han participado en Jornadas y otros eventos conducentes a la Innovación Docente.

El Vicerrectorado de Innovación Docente ha promovido los programas SICRE y AICRE e IBP para la adecuación de la enseñanza a la normativa de créditos europeos.

En 2007-08 la Titulación de Ingeniero Técnico Industrial en Química Industrial fue seleccionada en el Centro para llevar a cabo la experiencia piloto de adaptación al crédito europeo (Primer Curso) y en 2008-09 continúa en el 2º curso, habiéndose planificado para el 2009-2010 hacer la adaptación en Tercer Curso. Se creó una Comisión de la Titulación para que simultáneamente elaborase el Protocolo de la Guía de la Titulación.

La oferta de Tutorías de atención al alumno aparece reflejada como método habitual en todas las asignaturas, pero **carecemos de resultados** que midan el grado de satisfacción de los alumnos en esta acción tutorial.

4. EL PROCESO DE EVALUACION DE LOS APRENDIZAJES DEBE SER COHERENTE CON LOS OBJETIVOS Y METODOLOGIA DEL PROGRAMA FORMATIVO

Los métodos de evaluación de aprendizajes en las diferentes asignaturas del Plan de Estudios de la titulación están, en parte, supeditados al Calendario de exámenes que publica la Dirección del centro (ya que la disparidad de intereses de los alumnos haría imposible otra forma de actuación). Esto hace que el método mayoritariamente utilizado sea el examen escrito tradicional en el que se contemplan: prácticas (ejercicios, casos, problemas), pruebas de preguntas abiertas y en algunos casos, pruebas de tipo test. El examen es común a todos los alumnos que cursan una misma asignatura, incluso habiendo tenido diferentes profesor.

De las 51 asignaturas ofertadas en la titulación se han recogido encuestas sobre las metodologías de evaluación de 36 asignaturas (lo que representa un 70,6%). De las 27 asignaturas troncales y obligatorias de Universidad se han obtenido respuestas de 21 (lo que supone un 77,8%).

El método más utilizado es el clásico de resolución de prácticas (ejercicios, casos, problemas, etc.) utilizándose en el 97,22% y de pruebas abiertas en un 77,8%. En un 19% de las asignaturas se utilizan pruebas del tipo test y en 17,1% se utilizan pruebas de tipo oral.

En todas las asignaturas en que los alumnos desarrollan trabajos escritos o un proyecto se utilizan éstos para evaluar su aprendizaje, lo que supone un 58,3% de las asignaturas. Así mismo, en el 33,3% de las asignaturas se utiliza la exposición de los trabajos como método de evaluación del aprendizaje.

En las asignaturas de Prácticas de Laboratorio, es necesario además evaluar las habilidades y destrezas adquiridas. Hay 22 asignaturas en las que se desarrollan prácticas, pero han sido mal entendidas las encuestas pasadas (sólo dicen evaluarlas en tres asignaturas).

No existen métodos específicos para evaluar los conocimientos y las capacidades adquiridas por los alumnos en las prácticas externas ya que no existen procedimientos establecidos para asignación de tutores a los alumnos en prácticas, ni procedimientos de seguimiento y control de su aprendizaje

5. LAS PRACTICAS PROFESIONALES REGLADAS EN EMPRESAS o INSTITUCIONES ¿SON CONGRUENTES CON LOS OBJETIVOS DEL PROGRAMA FORMATIVO?

Las prácticas regladas en empresas se realizan dentro del programa marco de la UPV/EHU cuya información está disponible en el portal de la UPV/ EHU.

En la EUITI, las prácticas profesionales regladas se denominan PRÁCTICAS EN ALTERNANCIA; se limitan a prácticas en empresas y se coordinan desde la Subdirección de Relaciones con la Empresa. El programa lleva funcionando desde el curso 1995-96.

Los criterios académicos que condicionan la participación de los alumnos en estas Prácticas se recogen en el reglamento Marco y en la Normativa Específica de la Escuela.

Las prácticas en empresa inicialmente se establecen para unos meses en un curso académico. Pueden ser prorrogadas por otro más siempre que el estudiante supere unos criterios académicos adicionales (relacionados con su dedicación y eficacia en los estudios).

Desde el portal UPV/EHU se puede acceder a la aplicación PRAKTIGE desde donde también se puede gestionar los programas de prácticas en empresas e instituciones.

Finalizada la práctica, la empresa deberá completar un Informe Final y una Encuesta sobre la Práctica realizada. El alumno, por su parte, también deberá completar un Informe sobre la Práctica que se evaluará para su convalidación por los créditos correspondientes. La validación la realizará un Tutor, profesor de la UPV/EHU que también se ha inscrito para participar en el programa.

El alcance de la participación de estudiantes en la Prácticas en Alternancia se muestra en la Tabla 1 que resume el número de Convenios firmados cada curso académico y su repercusión sobre el número total de alumnos de la titulación

La tasa de participación de alumnos en esta actividad es baja para tratarse de una formación técnica. El número de empresas que demandan alumnos de la especialidad QI se mantiene constante en torno a 15-20 anuales.

Los alumnos que solicitan la actividad es el doble, por lo que se les direcciona a otras solicitudes empresariales que no sean muy restrictivas en cuanto a la especialidad del estudiante.

Las prácticas en alternancia se convalidan por créditos de libre elección con una equivalencia de un crédito por cada 30 h de prácticas realizadas hasta un máximo de dos créditos.

Tabla 1: Participación en prácticas de campo de alumnos de la titulación.

| Curso | Contratos firmados | % alumnos que realizan PA sobre el total |
|--------|--------------------|--|
| 02/03 | 39 | 12 |
| 0,3/04 | 28 | 11 |
| 04/05 | 43 | 17 |
| 05/06 | 38 | 16 |

6. ESTANCIAS DE LOS ALUMNOS EN INSTITUCIONES NACIONALES E INTERNACIONALES

En la UPV/EHU hay 4 actuaciones para la movilidad de los alumnos en el extranjero.

- Programa Europeo ERASMUS
- Convenios propios con USA, Canadá, Rusia.
- Convenios con América Latina

Estos programas de gestionan por la Subdirección de relaciones con la Empresa. Por decisión de la subdirección, los alumnos sólo pueden participar en el programa de movilidad una vez finalizados todos los créditos de la Titulación excepto el Proyecto Fin de Carrera, objetivo a desarrollar durante la estancia del estudiante en el Centro de destino.

Desde el Centro no hay programa de apoyo y seguimiento del alumno durante su estancia en los centros de destino y viceversa, tampoco hay mecanismos de acogida para alumnos procedentes de otros países que accedan al centro.

La evolución histórica en el Erasmus se indica en la tabla 2.

Tabla 2: Participación en ERASMUS

| Curso | Alumnos enviados desde la UPV/EHU | Alumnos recibidos en la UPV/EHU |
|-----------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 2002-2003 | 651 | 350 |
| 2003-2004 | 652 | 466 |
| 2004-2005 | 612 | 480 |
| 2005-2006 | 664 | 466 |

La oficina de RRII de la UPV realiza encuestas de satisfacción de los alumnos que han estado en centros extranjeros y no se dispone de los resultados de las encuestas. Se considera beneficiosa esta experiencia para la formación integral de los estudiantes. Aunque la movilidad de los alumnos de la EUITI es mínima y deberían analizarse las causas.

En el ámbito nacional las estancias de los alumnos de la UPV/EHU se realizan en el programa SICUE-SÉNECA.

La movilidad de los estudiantes de la titulación está gestionada por la Subdirección de Relaciones con la Empresa. Se realiza exclusivamente con la Univ. Politécnica de Cataluña, a través de un contrato bilateral. No hay información de procedimiento reglado, específico del centro.

La evolución histórica de la participación de los alumnos en el programa SICUE-SÉNECA se refleja en la tabla 3.

Tabla 3: Participación de alumnos en los programas SICUE-SÉNECA.

| Curso | Alumnos enviados desde la UPV/EHU | Alumnos recibidos en la UPV/EHU |
|-----------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 2002-2003 | 46 | 27 |
| 2003-2004 | 65 | 25 |
| 2004-2005 | 113 | 66 |
| 2005-2006 | 127 | 85 |

Se constata que la movilidad de los alumnos de la titulación de Química Industrial es inexistente y se considera que sería necesario analizar las causas e impulsar la salida y acogida de alumnos en este programa. Se considera que esta experiencia es conveniente para la formación integral del alumno.

La convalidación de créditos se realiza por un acuerdo bilateral entre ambos centros. El alumno selecciona las asignaturas que quiere cursar en el centro de destino e indica por cual/es de las del centro de origen desea convalidar. La Subdirección del Centro resuelve.

7. PROGRAMAS DE COOPERACIÓN

En la UPV/EHU en el año 2005-2006 han participado 56 alumnos en estos programas. No hay constancia de la participación de alumnos Químicos. También sería necesario analizar las causas de la baja participación en este tipo de programas si se quiere lograr unos titulados más solidarios y responsables.

8. RESULTADOS: ¿LOS ALUMNOS FINALIZAN LOS ESTUDIOS EN EL TIEMPO PREVISTO POR EL PROGRAMA FORMATIVO?

El diseño del actual Plan de estudios de I.T.I está programado para una duración de 3 años. Sin embargo, la duración medio de los estudios sigue una tendencia que se podría considerar creciente, ya que pasa de 6,20 años (en el curso 2002-03) a 7,83 años (para el curso 2005-06), siendo por tanto una duración media que duplica la duración prevista.

Para analizar el progreso académico de los alumnos de la titulación contamos con los siguientes indicadores:

- a) Tasa de aprobados en primera matrículas: = 26%. Esta tasa parece baja, en parte se justifica por el alto índice de alumnos no presentados 35,4% sobre los matriculados.
- b) Tasa de abandono \cong 20% y se mantiene lo cual indica que la mayoría de los alumnos consiguen terminar.
- c) Tasa de eficiencia: calculada a partir de los datos anteriores, resulta una tasa del 0,71.
- d) Tasa de éxito: calculada a partir de las mismas tablas y da un valor de 0,71.

Llama la atención la existencia de unas tasas de eficiencia y de éxito en torno al 70% en una titulación con una duración media de los estudios tan alta. Sobre ello podríamos llamar la atención, por un lado, sobre el hecho de que esta duración quizá se vea influida en los últimos cursos por el intento de los alumnos por compatibilizar sus estudios con actividades laborales (prácticas en alternancia, trabajos en empresas o esporádicos, etc.) y por otro lado, la ejecución del PFC diseñado como asignatura de tercer curso, realmente el alumno necesita casi un año complementario para su ejecución (posiblemente al incorporarse con cierta facilidad al mercado laboral, demorando la realización del PFC), aunque no disponemos de estudios que permitan evidenciarlo.

La Normativa de Permanencia que debería ser una medida coercitiva para promover una mayor dedicación al estudio, no se está aplicando en los últimos años, lo que contribuye a incrementar el promedio en terminar los estudios.

El número de convocatorias por asignatura ha sido también mitigado, si no eliminado, por diversas razones, contribuyendo a aumentar la duración media del tiempo que tardan en aprobar una asignatura.

9. ¿EL ALUMNO ESTÁ SATISFECHO CON EL PROGRAMA FORMATIVO?

El centro no dispone de indicadores directos que permitan medirlo, pero si dispone de indicadores indirectos. La valoración media que los alumnos realizan en las Encuestas de Profesorado resulta ser elevada, lo que parece indicar la satisfacción de los alumnos. Otro indicador indirecto es su inserción laboral, según las encuestas realizadas por la UPV sobre 101 titulados en el 2002, la tasa de ocupación a los 3 años era del 84%, coincidiendo los resultados con los recogidos en la encuestas de incorporación a la empresa realizados por Egailan.

10. EL PERFIL DEL EGRESADO ¿RESPONDE A LOS PERFILES DE EGRESO PREVISTOS EN EL PROGRAMA FORMATIVO?

En el actual Plan de Estudios no se dispone de perfil de egresado, en cuanto a sus capacidades, por otro lado, la polivalencia profesional de los egresados complica el establecimiento de un “perfil profesional. Desconocemos los estudios de satisfacción

que se hayan podido realizar sobre los egresados, por lo que, no procede analizar la adecuación de contenidos ni de periodicidad.

Los mecanismos para incorporarse al mercado laboral de los I.T.I.Q.I son varios:

- a) Servicio Vasco de Empleo Lanbide.
- b) La Bolsa de Trabajo de la EUITI-Bi.
- c) Bolsa de trabajo del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos.
- d) Acceso mediante relación entre el Dpto y las empresas.

Aunque existen todas estas posibilidades, la EUITI no dispone de ningún mecanismo que permita realizar un seguimiento de tales opciones, por lo que sería necesario realizar un esfuerzo en esta dirección.

11. RESULTADOS EN EL PERSONAL ACADÉMICO: SATISFACCIÓN CON EL PROGRAMA FORMATIVO

No se dispone de información sistematizada sobre la satisfacción del personal académico con respecto al programa formativo, ya que no existen procedimientos para recabar su opinión. Como única referencia se dispone de la encuesta al PDI realizada con motivo de la Evaluación Institucional 2007 y 2008.

Los resultados de la encuesta indican que has contestado un total de 29 profesores relacionados con la titulación (68%). El grado de satisfacción que se obtiene es similar para los cuatro aspectos consultados y demuestran que el nivel de satisfacción se encuentra algo por encima del aprobado, ya que (en la escala de 1-5) para el apartado sobre la Organización de la Enseñanza se obtiene una nota promedio de 2,93; para el apartado de Instalaciones e Infraestructuras 2,34; para el del Plan de Estudios 2,86 y para el del proceso enseñanza-aprendizaje 3,07.

- Con referencia a la Organización de la Enseñanza: básicamente se estableció por acuerdo en diferentes Comisiones de las EUITIs, armonizadas a través de Comisiones intercentros. Durante el periodo en el que ha permanecido este Plan de Estudios, sobre el cual fue necesario realizar una nueva adaptación posterior en cuanto a número de créditos. No se ha aplicado ningún procedimiento para evaluar la satisfacción del personal con la organización de la enseñanza.
- Con respecto a las instalaciones e infraestructuras: aunque no existen procedimientos para evaluar la satisfacción, si parece patente el descontento por la falta de adecuación de laboratorios, aulas y auxiliares en el Centro.
- Con referencia al Proceso de Enseñanza-Aprendizaje: las condiciones de las instalaciones y predisposición de los alumnos y de algunos profesores dificulta la modificación de los métodos clásicos de enseñanza. Las modalidades docentes de seminarios y tutorías sólo existen de forma testimonial. La movilidad de profesores y alumnos es poco significativa. La actividad docente se reduce prácticamente a la transmisión del conocimiento escrito y con muy escasa visión investigadora.

12. RESULTADOS EN LA SOCIEDAD: ¿LOS EMPLEADOS ESTÁN SATISFECHOS CON LOS CONOCIMIENTOS Y LAS CAPACIDADES ADQUIRIDAS?

No conocemos la existencia de mecanismos que permitan realizar un seguimiento sobre la satisfacción de los empleados y demás grupos de interés con las capacidades adquiridas por los alumnos de la titulación. No obstante, de acuerdo con la encuesta de Egailan, parece deducirse satisfacción ya que continúan solicitando al Centro alumnos en prácticas. Aunque se dice que en tiempos pasados los alumnos estaban mejor formados (la titulación tenía una duración de cuatro años), lo cierto es que siguen siendo absorbidos por el tejido industrial. Puede deberse a que el nivel de satisfacción es aceptable, la polivalencia de materias tratadas es interesante y hace a los egresados válidos para encajar dentro de un grupo muy diversificado de empleos.

LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD UNIVERSITARIA

Ángel Valea Pérez y María Luz González Arce

Departamento de Ingeniería Química y del Medio Ambiente

Universidad del País Vasco - E.H.U

Escuela de Ingeniería Técnica Industrial (Plaza La Casilla, 3). 48012-Bilbao

iapvapea@lg.ehu.es

Históricamente la calidad ha sido estimada utilizando datos tales como precios de la matrícula, dimensiones de las aulas y otras instalaciones, número de alumnos/profesor, cualificación profesional del personal, etc. más que utilizando otras variables mucho más dificultosas de conseguir. Siguiendo la taxonomía de House podemos establecer 3 grupos principales según que los resultados perseguidos sean de eficiencia, de productividad o de eficacia y control de la calidad. En este trabajo se analizarán diferentes sistemas de evaluación de la Calidad institucional europeo y español y se extraerán las conclusiones pertinentes.

1. INTRODUCCIÓN

Desde mediados de los años 80 se han venido publicando estudios de opinión y resultados de intentos de implantación de diferentes sistemas de la calidad, primero conceptualmente, como Aseguramiento de la Calidad (cf. ISO por ejemplo) y después acercándose a los parámetros de la gestión de sistemas de Calidad Total (EFQM, p.ejemplo) (1,2).

En los últimos 25 años la sociedad ha venido enfrentándose a una coyuntura muy inestable debido a rápidos cambios en su propio seno, en la política y en los procesos internos. Ofrecer servicio de calidad en un ambiente turbulento es un trabajo difícil, especialmente para una universidad. Como resultado de las transformaciones internas y externas surge la cuestión del cumplimiento de las expectativas de los clientes. Una educación de alta calidad no es posible sin una prestación de servicios del mismo nivel, pero el cumplimiento en docencia y administración de las expectativas de los clientes no significa que estos estándares se alcancen en investigación. Por otro lado, lo que parece obvio en la calidad empresarial o industrial no lo es tanto en el ámbito universitario, ya que no está claro ni quién es el cliente (próximo y final) ni tampoco cómo debe medirse o evaluarse la calidad universitaria.

En nuestras Universidades no es ya motivo de debate la conveniencia de medir o evaluar la calidad de su docencia, su investigación y su organización y servicios administrativos. Serían en todo caso, los aspectos concretos de la evaluación los que deben ser motivo de la discusión y análisis.

La evaluación de las instituciones universitarias es una práctica habitual en los países de nuestro entorno europeo y tiene larga tradición en los países de cultura sajona, cada uno por razones que pueden ser diferentes.

En la U.E uno de los intereses que motivan la calidad es la necesidad de gestionar más eficientemente el gasto social, además de permitir una valoración de la calidad de los títulos.

A diferencia de las evaluaciones individuales de la actividad docente e investigadora de los profesores, no existía hasta 1995 una legislación explícita sobre la evaluación institucional de las universidades. La necesidad de la evaluación de la calidad universitaria en España se plantea como consecuencia de la profunda transformación de la enseñanza superior ocurrida en los últimos 30 años. La demanda masiva, en términos cuantitativos, de estudios universitarios y el interés social que adquieren las actividades de I+D, a las que se concede un alto valor estratégico, son dos características esenciales del sistema universitario en el momento en que se crean los programas de evaluación.

En todos los casos, en todos los países, a través de la evaluación se pretende:

- a) Conocer la calidad de las instituciones universitarias y detectar sus puntos débiles.
- b) Disponer de información objetiva y fiable para usuarios, estudiantes, empresas y sociedad en general, que permitan articular planes de I+D+i y de educación superior.

Históricamente la calidad ha sido estimada utilizando datos tales como precios de la matrícula, dimensiones de las aulas y otras instalaciones, número de alumnos/profesor, cualificación profesional del personal, etc. más que utilizando otras variables mucho más dificultosas de conseguir. Siguiendo la taxonomía de House podemos establecer 3 grupos principales según que los resultados perseguidos sean de eficiencia, de productividad o de eficacia y control de la calidad.

En este trabajo se analizarán diferentes sistemas de evaluación de la Calidad institucional europeo y español y se extraerán las conclusiones pertinentes.

2. LOS MODELOS DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD EN LAS UNIVERSIDADES

En nuestras universidades no es ya motivo de discusión si es conveniente o no medir o evaluar la calidad de su docencia, su investigación, su organización y servicios administrativos. De hecho, esta evaluación ya se está haciendo en un elevado número de universidades. En todo caso serán objeto de discusión los aspectos concretos de la evaluación y el cómo proceder ante los resultados de la misma.

Hace ya muchos años que las sociedades avanzadas, con ánimo de practicar la mejora continua en sus organizaciones, proceden a evaluar de forma deliberada, es decir cuantitativamente y de forma rigurosa, con preferencia sobre una evaluación implícita y cualitativa, ya que ésta última tiende a crear estados de opinión que poco o nada resuelven.

En este sentido, los aspectos concretos sobre los que se puede plantear la discusión pueden ser:

1. ¿Qué tipo de evaluación debería realizarse: interna (efectuado por la propia universidad), externa (mediante expertos ajenos a la universidad), mixta

(formados por un Comité quizá de universidades ajenas a la que se está evaluando que asesoren a expertos ajenos a la universidad).

2. ¿Qué aspectos y con qué herramientas se debe hacer la evaluación?
3. ¿Qué medios debe poner la universidad a disposición del proceso evaluador?
4. ¿Cuáles son los procesos correctivos y preventivos que deben adoptarse?
5. ¿Qué beneficios o mejoras producirán estos procesos de evaluación sobre el conjunto del sistema universitario?

La evaluación de las instituciones es una práctica habitual en muchos países de nuestro entorno europeo y encuentra en la cultura sajona su mayor expresión.

En los EE.UU de Norteamérica los sistemas de evaluación universitaria surgen como consecuencia de la necesidad de controlar el trasvase de estudiantes entre centros y poder realizar una valoración de la calidad de los títulos.

En Australia se constituyó una agencia estatal (Higher Education Research and Development Society = HERDSA) que prepara metodológicamente las revisiones que deben realizar las universidades, de modo que el control sobre las mismas se realiza solicitando autoevaluaciones trianuales.

Esto son ejemplos de sistemas que orientan sus efectos hacia avances en la eficiencia y mejora de sus planificaciones estratégicas.

En la Unión Europea, el interés por la calidad no se desvía mucho de estos objetivos, pero surge entre otros factores, por la necesidad de gestionar más eficazmente el gasto social, orientar a los estudiantes hacia mejores perspectivas de empleo y desarrollar una educación para una sociedad tecnológicamente avanzada. Así en Francia, cuna de la enseñanza napoleónica, se creó en 1984 el Comité Nacional d'Evaluation, autónomo respecto a las autoridades académicas y administrativas, cuyos informes se elevan al presidente de la República. Inicialmente se pretendió construir un conjunto de indicadores que, en caso de ser necesario, permitiesen hacer un ordenamiento de los centros universitarios bajo criterios aceptados por la comunidad universitaria. Este mismo objetivo animó la iniciativa alemana con el fin de utilizar estos indicadores para aumentar la competencia y la diferenciación entre las instituciones.

En el contexto de la U.E. varios Estados han adoptado sistemas institucionalizados de evaluación, de modo que sus políticas universitarias vienen, en parte, marcadas por los resultados de los procesos de evaluación. Tal es el caso de Dinamarca, Holanda, Reino Unido, Francia, Suecia.

En EE.UU. fueron las propias instituciones universitarias las que iniciaron, hace algunos años, investigaciones sobre la eficiencia de su propio funcionamiento, revisiones de programas y planificaciones estratégicas, en particular la acreditación por agencias regionales basadas en la revisión de su propia estructura y en visitas de estudios por un grupo evaluador externo.

En los años 60-70 diversos Estados comenzaron a ejercer algún tipo de control sobre universidades e instituciones de enseñanza superior, bien directamente o bien a través de agencias de evaluación especializadas y hoy mas de 2/3 de ellas disponen de un sistema de evaluación de la calidad para las instituciones públicas de enseñanza

superior. Sin embargo la necesidad de evaluarlas se remonta a principios del siglo XX a raíz del crecimiento y diversificación del sistema educativo superior.

También a principios de siglo XX se inicia el sistema de evaluación en el Reino Unido. Este sistema hace especial hincapié en el uso de indicadores de rendimiento frente a la evaluación autorregulada: tradicionalmente la calidad docente ha estado garantizada por examinadores externos nombrados por las propias universidades (la Academia Audit. Unit, creada en 1990 para asistir a las instituciones universitarias, es quién inspecciona los centros por invitación negociada). Con M. Thatcher se produjo un cambio conceptual, pues de estar marcada la educación superior por la demanda social ha pasado a estarlo por los recursos financieros disponibles.

El Comité Nacional de Evaluación de Francia es un organismo autónomo, tal como ya se ha indicado. Se encarga de la evaluación de los aspectos docentes e investigadores y estaba inicialmente constituido por 15 destacados miembros de la comunidad académica asistidos por otras personalidades de otros organismos del Estado.

Este Comité analiza los datos recogidos por los equipos que visitan las universidades y recaban la información (es importante destacar que las universidades no tienen que hacer informes previos sino solamente proporcionar la información requerida por estos equipos, para lo cual lógicamente tienen que tener toda la información debidamente recogida e indexada, de la misma forma que lo hace un equipo auditor de un sistema de calidad ISO) y elabora un informe público.

Un modelo europeo que merece citarse es el finlandés, donde se ha pasado en los últimos años de un sistema universitario centralizado a otro más autónomo, sustituyéndose el antiguo sistema de control por una evaluación pública. Con este objetivo se creó en 1985 un grupo de trabajo encargado de establecer un modelo de evaluación de la educación superior.

Al año siguiente se pudo poner en funcionamiento un sistema en base a indicadores de rendimiento, referidos tanto a los medios con que cuentan las instituciones como a la productividad docente e investigadora.

Se trata de un sistema paradigmático, al menos teóricamente, en el que ha aumentado la autonomía universitaria y, a la vez, existe la obligación de facilitar a los poderes públicos información continua sobre el funcionamiento de cada universidad. Este modelo debería ser posible trasponerlo al sistema educativo español.

En España, hasta 1995 no ha existido legislación explícita sobre la evaluación institucional de las universidades. En este año se aprobó en sesión plenaria por el Consejo de Universidades el Primer Plan Nacional de Evaluación de la Calidad de las Universidades, convertido en texto legal mediante un Decreto por el Gobierno.

Previamente existían evaluaciones individuales de la actividad docente e investigadora de los profesores. Conviene distinguir claramente entre ambos tipos de evaluación, aunque es cierto que los datos de la evaluación individual del profesorado, tanto en docencia como en investigación, forman parte de la evaluación de tipo institucional, la diferencia de objetivos entre ambos sistemas de evaluación es muy clara.

La evaluación de las instituciones universitarias se fundamenta en estudiar el rendimiento de la institución, detectar fallos de funcionamiento y establecer estrategias de mejora. En este sentido coincide con una de las funciones del Consejo de Universidades (Artº2 del R.D. 552/1985) cuando establece que deberá procurar: *la permanente mejora de la docencia e investigación y el logro de los objetivos de la reforma Universitaria, impulsando la acción de las propias universidades en el ejercicio de sus competencias*”. Para atender esta función, inicialmente, el Consejo impulsó la celebración de unas Jornadas de reflexión sobre la evaluación institucional (Almagro, 1991) a partir de la cual se realizaron dos experiencias de gran interés: el desarrollo de un Programa Experimental de Evaluación Institucional de las Universidades (Septiembre 1992-Septiembre 1994) y la participación de un Proyecto Piloto europeo de evaluación de la calidad docente (1995).

En la presentación de las conclusiones del proyecto Piloto, presentado en las Palmas de Gran Canaria como uno de los últimos actos de la presidencia española de la Unión Europea en diciembre 1995, se comprobó que la universidad, como institución en la que se forman los futuros ciudadanos responsables de los progresos de cualquier país, es tal vez uno de los sistemas que más precisan de una permanente evaluación de su calidad. Se pudo apreciar también que las dificultades de valorar funciones muy diversas (docencia, investigación y gestión) así como la de medir la calidad del “producto” (permítasenos la licencia del calificativo) son aspectos que exigen una permanente atención.

En el período 1985-1995 se produjeron diversas iniciativas: el Programa de Evaluación de la investigación en la Univ. Autónoma de Barcelona, la creación de un gabinete de evaluación e innovación en la Univ. de Barcelona, la elaboración en 1988 de un Plan estratégico basado en la formulación de un “Control Total de la Calidad” en la Escuela de Ingenieros de Minas de la Univ. Politécnica de Madrid, etc.

Además hay que mencionar algunos eventos realizados para tratar este tema, como el seminario de Segovia (1989) que abordó las clasificaciones de las universidades según criterios de calidad, cuyas conclusiones sobre el interés, características, criterios y efectos del proceso evaluador fueron determinantes y aún hoy gozan de cierta relevancia.

El comienzo de un proceso evaluador como el iniciado en el sistema universitario español, se puede encontrar en la Memoria de diciembre 1991 sobre Educación Superior en la Unión Europea, en cuyo punto 53 se manifiesta “ *la preocupación de los Estados miembros porque existan estructuras que permitan a las instituciones de Enseñanza Superior controlar la calidad de la enseñanza y de la investigación*” para posteriormente añadir: “ *se está discutiendo..... la composición de la calidad, de su evaluación, qué papel desempeña a la hora de tomar decisiones sobre financiación....*” (Comisión de las Comunidades Europeas, 1991).

La necesidad de la evaluación de la calidad universitaria en España se plantea como consecuencia de la profunda transformación de la enseñanza superior ocurrida en los últimos 20 años. La demanda masiva, en términos cuantitativos, de estudios universitarios y el interés social que se reconoce a las actividades de I+D+i a las que

se percibe como un importante valor estratégico (actualmente incrementado en esta crisis económica) son dos de las características esenciales del sistema universitario en el momento en que se dieron comienzo los programas de evaluación, y que han dado lugar al actual Plan Nacional, que se le dio carácter quinquenal.

Como apuntaba M.A. Quintanilla (1996) los objetivos que los universitarios considerábamos prioritarios en la década de los 70-80 han sido superados y, aunque no deben considerarse alcanzados por completo, las prioridades actuales son otras. Aquellos objetivos eran la democratización y autonomía de las universidades y su gobierno, la modernización de las mismas y su inserción en el entorno social, así como el desarrollo de las actividades de investigación.

Hoy estos objetivos han sido más o menos cubiertos y las metas se dirigen hacia la efectividad, operatividad y responsabilidad social de las universidades. Cuando más del 65% de la producción científica se produce en los departamentos universitarios la discusión no es hacer o no investigación, pues ya se hace, sino que ésta sea de calidad; y las preocupaciones deben orientarse hacia cómo efectuar las inversiones, los programas y planes de avance científico y desarrollo tecnológico en cooperación con los agentes socio-económicos.

Es decir, el objetivo actualmente no es la extensión de la universidad sino la calidad en la universidad.

El desarrollo de la autonomía universitaria, unido a un significativo aumento de los recursos destinados a los presupuestos universitarios permitió pasar en 20 años del 0,26% PIB al 1% y posteriormente las últimas cifras lo sitúan en torno al 1,38%, que aunque insuficiente para aproximarnos a la media de la OCDE o a los países más punteros como EE.UU o Japón, nos lleva a una mayor exigencia de responsabilidad y de eficiencia en el uso de tales presupuestos, en su mayoría públicos.

Hay dos aspectos adicionales a considerar en este proceso de sustitución de objetivos prioritarios. Por un lado han de ser consecuentes con un nuevo marco de competencias, en el que la financiación se realiza a través de las Comunidades Autónomas que han asumido, en muchos casos, los techos de competencias en política universitaria. Por otro lado, junto con esta descentralización administrativa política, se está desarrollando un proceso de integración de los diversos sistemas universitarios en el seno de la Unión Europea (actualmente concretado en el EEES o Proyecto Bolonia). Una consecuencia de este movimiento integrador es la globalización de las condiciones del mercado de trabajo, el aumento en la movilidad de los estudiantes y la facilidad de los ciudadanos para elegir la institución universitaria en la que deseen cursar sus estudios en función de sus capacidades. Esto implica una exigencia de conocimientos y una demanda de información pública sobre la calidad de las diferentes instituciones de enseñanza superior.

Facilitar la movilidad, favorecer la cooperación entre instituciones en programas docentes y de investigación, disponer de información para poder adoptar decisiones o atender iniciativas de mejora de procesos y dar una oferta amplia y rigurosa de estudios, solo será posible a través de un programa de evaluación. Así, el por qué de la evaluación tiene una respuesta obvia.

3. ¿QUÉ SE PRETENDE A TRAVÉS DE LA EVALUACIÓN?

Es evidente que lo que se pretende primariamente a través de la evaluación es:

1. Conocer la calidad de las instituciones universitarias, detectar sus fortalezas y sus puntos débiles.
2. Disponer de información objetiva y fiable para los usuarios, estudiantes y empresas, así como para los responsables políticos con competencias en el ámbito de la educación superior.

La calidad institucional es difícil de definir y aún más complejo de evaluar. No debe sobresimplificarse y es frecuente encontrarse con resultados de valoración de la calidad sin ningún rigor metodológico. La calidad es un concepto multidimensional (Garvin). Los niveles de calidad o estándares de calidad son solo indicadores que difieren de un lugar a otro y de un tiempo a otro en el mismo lugar.

La calidad, históricamente, ha sido enjuiciada por datos tales como la cantidad desembolsada por los alumnos en la matrícula, el número de alumnos por profesor, la cualificación del personal que atiende a los alumnos o el tamaño de las aulas. Sin embargo se han relegado otros aspectos más comprometidos de valorar, tales como: el valor educativo añadido a la titulación (factores perieducativos⁹; la adecuación de la formación a las expectativas del mundo laboral, etc. No hay una única ecuación para mejorar la calidad.

Evaluar supone comparar objetivos y resultados, por tanto debemos encontrar el modo de juzgar sistemáticamente el valor de los medios o recursos humanos, materiales y financieros así como los métodos o procedimientos que la institución universitaria pone a disposición de la sociedad. En este sentido, se puede establecer una sistemática de evaluación global de la calidad de las instituciones que permita una identificación cualificada y cuantitativa de objetivos integrados susceptible de una adecuada valoración continuada.

Esta es una opción, pero no la única, ya que existen diferentes enfoques de la evaluación según la metodología, los grupos de referencia, los resultados, etc. Siguiendo la taxonomía de House (1980) se pueden establecer tres grupos principales según que los resultados obtenidos sean de:

- a) EFICIENCIA: principalmente desarrollado en actividades gerenciales. La metodología se basa en presupuestar, programar y planificar analíticamente.
- b) De PRODUCTIVIDAD o RESPONSABILIDAD, que es un modelo de objetivos conductuales. Se establecen los objetivos previos y variables de resultados cuantitativos
- c) De EFICACIA y MEJORA de la CALIDAD, que es un modelo de toma de decisiones utilizado por la administración en el que el énfasis se pone en encuestas, cuestionarios y entrevistas.

Un motivo de debate suele ser la aplicación al mundo universitario de patrones de Calidad Total. Frecuentemente en las universidades se invocan este tipo de sistemas de gestión argumentando que los sistemas ISO de la serie 9000 no son aplicables.

El modelo universitario no es absolutamente comparable a las áreas de actividad empresarial, donde en los últimos años se avanza hacia la calidad total. Hay áreas donde inequívocamente se puede avanzar en este sistema de gestión de la calidad (total) como pueden ser administración, gestión, gerencia de organización universitaria y en muchos servicios, pero no es fácil aplicarlo al “corpus universitario” es decir, en docencia e investigación, donde resultaría muy complicado tratar de asociar los 1000 puntos, por ejemplo, del EFQM.

Parece claro que hay dos fases imprescindibles en los sistemas de evaluación comunes desarrollados en varios países de la UE, estos son:

- 1.- Fase de Autoevaluación de las instituciones universitarias, siguiendo guías establecidas por organismos coordinadores de carácter estatal o supra-estatal.
- 2.- Evaluación externa para verificar y contrastar datos generales en la primera fase.

Este planteamiento, que es el que se ha seguido en nuestro centro, permite la implicación de los miembros de cada institución que se va a evaluar mediante el autoanálisis en una primera fase y, posteriormente, la evaluación externa da el rigor y objetividad necesaria en el proceso.

Una ventaja heurística, según nuestra propia experiencia, en el proceso es que promueve iniciativas espontáneas de mejora dentro de la propia universidad. Estas iniciativas permiten avanzar en la corrección de fallos detectados por los interesados dentro de los diversos centros y la adopción de medidas correctivas (en forma de proyectos PISAM).

4. CONSECUENCIAS DE LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD

Las universidades esperan que su participación en el Programa de Evaluación Institucional tenga resultados concretos y prácticas sobre la calidad de sus instituciones. Si se pueden apreciar estos resultados se consolidará la cultura de la evaluación de la calidad, si no es así se percibirá como un trabajo frustrante, como tantos a los que nos tiene acostumbrados la universidad.

Las consecuencias deben ser el desarrollo por parte de los centros de actuaciones concretas de mejora y un incremento en la transparencia de la acción universitaria, de tal forma que los clientes (estudiantes y sus familias, empresas, los profesionales y el público en general conozcan sus puntos fuertes y puedan escoger libremente. También debe permitir a las Administraciones educativas tomar decisiones basadas en el conocimiento real de las instituciones.

Además hay otros aspectos de la evaluación de la calidad universitaria que consideramos importantes:

- Debe aumentar la eficacia y eficiencia del gasto en la enseñanza superior.
- Debe promover aumentar la movilidad de nuestros graduados con un aumento en la competitividad internacional de las empresas y excelencia en la I+D+i.
- Debe evidenciar y satisfacer nuevas demandas de formación reglada y de formación permanente en el conjunto de profesionales en activo.

5. CONCLUSIONES

A modo de corolario puede enumerarse un decálogo de características generales del sistema de evaluación:

1. El objetivo de la evaluación debe ser asegurar la calidad y promover la mejora continua.
2. La evaluación debería contemplar un proceso de autoevaluación interna y otro de carácter externo que valida al primero.
3. La sistemática de la evaluación debe ser regular y cíclica
4. La evaluación debe ser global, es decir, deben evaluarse en el ciclo todas las unidades de cada centro.
5. Los planes de estudios y programas de la institución deben ser motivo de evaluación.
6. Las consecuencias de la evaluación deben traducirse inmediatamente en acciones concretas de mejora de la calidad y en transparencia de la acción universitaria.
7. La formación de los equipos evaluadores debe ser muy cuidadosa para evitar sospechas y riesgos.
8. La información de los resultados del proceso deben conocerse por los interesados.
9. La evaluación de la investigación debe ser ponderada a los medios y el ámbito debe ser el departamento para no perder homogeneidad en la evaluación.
10. La evaluación de los servicios permite mayor agregación y el ámbito de referencia puede ser la universidad, aunque debe mantenerse la homogeneidad.

LOS NUEVOS GRADOS: ¿PIRÁMIDE O TORRE?

Rosa Domínguez Gómez; Luis B. López Vázquez y Rosario Torralba Marco
GIE de Acción Tutorial para Alumnos de las Nuevas Ingenierías (ATANI)
EUIT de Obras Públicas, Universidad Politécnica de Madrid
rosario.torralba@upm.es, rosa.dominguez@upm.es

De las dos estructuras de conocimiento posibles “pirámide” y “torre”, nuestras escuelas de ingeniería se han decido sin ningún género de duda por la segunda, es decir, aquella que consiste en adquirir un conocimiento especializado desde el inicio para poder llegar a la máxima “altura” posible. Esto constituye un riesgo que, un conocimiento tipo “torre” por su reducida base y elevada altura implica que, una pequeña desviación necesaria para la acomodación del bagaje de conocimientos adquiridos a los nuevos retos profesionales, produciría el “pandeo” y consiguiente colapso de esa estructura. Por el contrario, una estructura piramidal, al tener una amplia base de conocimiento permite la modificación de la situación sin perder estabilidad.

1. LA ESPECIALIZACIÓN COMO BASE DE LA EDUCACIÓN.

Desde hace más de sesenta años cuando se eliminó el “Examen de Estado” como colofón para la obtención del título de Bachiller, todas las modificaciones tanto del propio bachillerato como de la enseñanza universitaria han tenido como principal premisa “la necesidad de iniciar la especialización cada vez a más temprana edad”. Parece, que el fin fundamental de la educación a cualquier nivel, es formar expertos, en vez de que cada estudiante adquiera unas capacidades mínimas que garanticen que su paso al siguiente nivel, le va a permitir obtener con aprovechamiento, el conjunto de nuevos conocimientos y capacidades para poder seguir avanzando, y con él, la sociedad a la que pertenece.

Si consideramos las siguientes etapas de aprendizaje:

- **Aprender a estar:** es la etapa inicial del aprendizaje en la que el niño fuera de su casa, se da cuenta de que no es el centro del universo sino que es uno más de un grupo en el que tiene que integrarse y consecuentemente, convivir. La necesidad de concienciación de que la libertad de cada uno acaba, donde empieza la de los demás, es, en esencia, el conocimiento básico a adquirir, y si no se adquiere en la infancia, estamos expuestos a crear seres antisociales que no “saben estar”, es decir, seres que no serán nunca integrables en una sociedad avanzada.

- **Aprender a ser:** adquirida la conciencia de que uno no es el centro del universo sino uno más entre los demás, viene la tarea real de adquirir la conciencia de individuo, es decir, de afirmación de individualidad frente a los otros, afirmación que nace no del enfrentamiento sino de la comunicación, y para poder establecerla con garantía, es necesario saberse expresar correctamente tanto oralmente como por escrito. Las palabras han de corresponder al mismo concepto para todos los interlocutores, y los

conceptos han de poder ser expresados con las mismas palabras. El crecimiento de cada individuo como tal será tanto mayor, cuanto mayor base, en términos de conocimiento sea capaz de adquirir.

- **Aprender a aprender:** tal y como afirman nuestros grandes pedagogos, la etapa de estudios universitarios ha de consistir preferentemente en conducir al alumno por la senda que le permita aprender como se aprende pues indudablemente a lo largo de su vida profesional, posiblemente tenga que cambiar de profesión varias veces. El conocimiento está ahí, lo único que tiene que hacer el profesor es enseñar al alumno la forma de adquirirlo. Eso en teoría está muy bien, pero conozco muy pocos casos en los que el conocimiento, solo por si mismo, sea capaz de generar un amor desmedido para su aprehensión. Hay que comenzar por hacerlo lo suficientemente atractivo para que el alumno sienta esa necesidad, y eso ha de ser algo que debe empezar a inculcarse mucho antes, en el inicio del proceso formativo. Si un alumno en el inicio de su aprendizaje escolar, ha carecido de atractivo por la adquisición de conocimiento, es muy difícil de que en su andadura universitaria pueda hacerlo.

- **Aprender a ejercer:** la obtención de un título universitario nos capacita para ejercer una profesión, y esto hay que entenderlo en un sentido amplio, es decir, la profesión de científico es tan profesión como la de Ingeniero Civil, aunque los conocimientos y capacidades necesarias para su ejercicio sean distintas. Un científico es una persona que a lo largo de su ciclo educativo ha estado motivado por su afán de adquisición de conocimiento, de ahí su calificación de “científico” como persona que ama y busca el conocimiento del universo, mientras que un Ingeniero Civil es un técnico, es decir, alguien que ama y busca “dominar” el universo. Esta dualidad obliga al diseño de un programa educativo totalmente distinto para ambos. En el científico, la motivación se le da por supuesta, mientras que en un técnico hay que activarla.

2. CONOCIMIENTO TIPO “PIRÁMIDE”, CONOCIMIENTO TIPO “TORRE”

Nuestros técnicos, actuales y futuros, aunque les llamemos alumnos, esperemos que algún día lleguen a serlo, no son directamente enemigos del conocimiento, pero si se han aprendido la lección de que “paja” la mínima, es decir, si un Ingeniero Civil tiene como misión, el cálculo y ejecución de obras, todo conocimiento que no esté relacionado de forma directa con esas actividades no debe figurar en los itinerarios que conduzcan a la obtención del título. Esto quiere decir que su idea de la profesión ideal es algo así como una torre de conocimientos que apilándose unos sobre otros pueda conducir a la obtención del título, y con esto me refiero no solo a los alumnos sino también a gran parte del profesorado (que han tenido otra preparación). Una estructura de conocimiento tipo “torre” tiene una gran inestabilidad. Por un lado, el aumento de altura de la torre, es decir, la profundización en la adquisición de conocimientos en una única dirección propende al colapso por simple pandeo. Por otro lado, la necesidad de cambio de profesión, por todos admitida, a lo largo de la vida, produce que la presión externa sobre la torre se vaya desplazando de la línea central

hacia una u otra de las paredes laterales produciéndose en este caso el vuelco de la estructura.

Consideremos ahora un conocimiento tipo pirámide. Está claro que cuanto más ancha sea su base más altura podrá alcanzar sin ningún tipo de riesgo de pandeo o vuelco.

Por otro lado, un cambio de profesión lo único que producirá será una pirámide inclinada, y su estabilidad será casi la misma, siempre que la proyección vertical de su vértice caiga sobre su base. Cuanto más amplia sea su base, mayor será su estabilidad.

Teniendo en cuenta que un universitario es siempre un producto semielaborado, pues es impensable que la Universidad sea capaz de proporcionar a la sociedad un técnico cuyo título fuese: “Ingeniero con intensificación en diseño del AVE Valladolid-León”, o “Ingeniero con intensificación en restauración del embalse de Proserpina”, pues acabada la obra habría que ponerse a reciclarlo, la Universidad debe ser capaz de poner a disposición de la sociedad Ingenieros que sean capaces de realizar esas tareas y otras similares o compatibles con ellas. Por ese motivo, la formación universitaria ha de ser una amplia formación básica tipo piramidal que posibilite el desarrollo de diversas actividades y que no haya necesidad en el ejercicio profesional, de estar reciclando de forma continua a profesionales en ejercicio. La formación continua para profesionales, tarea que sí debe intensificarse en las universidades, debe ser de enseñanza de nuevas herramientas, o apoyo al desarrollo conjunto de proyectos innovadores.

Si Bolonia ha de entenderse como algo, este algo no ha de ser “los estudios universitarios que corresponden a unos estudios basados en la Logse”, sino unos estudios universitarios que a pesar de la reducción de créditos que suponen, permitan que el universitario adquiera los mismos conocimientos básicos indispensables aquí o en cualquier punto de Europa.

Existe un buen número de ejemplos que ponen de manifiesto la necesidad, para los ingenieros, en especial ingenieros civiles, de tener unos buenos conocimientos de Química.

EL SUPLEMENTO EUROPEO AL TÍTULO

Ángel Valea Pérez y María Luz González Arce
Departamento de Ingeniería Química y del Medio Ambiente
Universidad del País Vasco - E.H.U
Escuela de Ingeniería Técnica Industrial (Plaza La Casilla, 3). 48012-Bilbao
iapvapea@lg.ehu.es

La Declaración de Bolonia (1999) propone un sistema de Educación Superior y establece un sistema de créditos ECTS (European Credit Transfer System) para aumentar la movilidad. Si se quiere mejorar la transparencia para evidente el interés por incorporar un SUPLEMENTO EUROPEO AL TITULO. Es un documento, adjunto al título, fácilmente comprensible y ABIERTO para incorporar el aprendizaje a lo largo de la vida. En la exposición de este trabajo se profundizará detalladamente sobre los Objetivos, la estructura, las directrices del grupo de trabajo del Suplemento al Diploma en cada una de las dos Fases previstas, Transitoria y Definitiva, con el fin de valorar en profundidad el interés de esta iniciativa.

1. INTRODUCCIÓN

A mediados de la década de los 90 se abre un gran debate en Europa sobre el reconocimiento académico y profesional de sus titulados. El problema que subyace es conocido desde hace tiempo, lo que sucede es que ahora se acentúa como consecuencia del interés por la construcción de un espacio europeo. En líneas generales, y sin entrar en su discusión, se puede destacar:

Diversidad de enseñanzas y titulaciones

- Dificultades para el reconocimiento de titulaciones y homologación de titulaciones.
- Aparición de centros de enseñanza privados a todos los niveles, con expedición de títulos difícilmente clasificables.
- Insuficiente información aportada por los títulos
- La movilidad de profesionales necesita una información clara sobre las cualificaciones.

El Consejo de Ministros de Educación Europeo (1996) propone invitar a la Comisión Europea a examinar, junto con los Estados miembros, la posibilidad de introducir, de manera voluntaria, un Anexo administrativo europeo al Título, con el fin de facilitar la Transparencia y el Reconocimiento en aquellos Estados distintos del que ha emitido el título.

En la Convención sobre Reconocimiento de Cualificaciones de Enseñanza Superior en Europa (Lisboa 1997) se crea un grupo de trabajo a iniciativa de la Comisión Europea, el Consejo de Europa y la UNESCO, que operará en dos fases:

1ª Fase: Diseño de un nuevo modelo de Suplemento Europeo al Título

2ª Fase: Pruebas Piloto para analizar y mejorar el modelo.

Cronológicamente, la Declaración de Bolonia (1999) propone un sistema de Educación Superior basado en dos ciclos (que en realidad son tres si se contabiliza separadamente el Doctorado) que son el Grado y el Postgrado (Bachelor y Master). El título de primer ciclo (Grado) tendrá valor en el mercado laboral europeo. Establece un sistema de créditos ECTS (European Credit Transfer System) para aumentar la movilidad.

Esto tiene como consecuencia inmediata la adopción de un sistema fácilmente legible y comparable de titulaciones que debe facilitar la empleabilidad y la competitividad, contribuyendo a la línea directriz europea de aportar TRANSPARENCIA.

Si se quiere mejorar la transparencia para evidente el interés por incorporar un SUPLEMENTO EUROPEO AL TITULO.

Este suplemento europeo al título es un modelo de información UNIFICADO, personalizado para el titulado universitario sobre los estudios cursados, su contexto nacional y las competencias y capacidades profesionales adquiridas. Es un documento, adjunto al título, fácilmente comprensible y ABIERTO para incorporar el aprendizaje a lo largo de la vida.

Este documento está establecido por ley estatal en varios países de centroeuropa y en los países nórdicos. En otros países se ha establecido el modelo, pero su expedición es voluntaria por las Universidades correspondientes. Finalmente hay países en los que se está desarrollando en una fase experimental.

Parece paradójico que en la Comunidad Autónoma del País Vasco tengamos desde hace varios años un sistema similar y avanzado para la Formación Profesional (el llamado Cuaderno de Cualificaciones Profesionales, posteriormente utilizado como modelo para su implantación en otras Comunidades Autónomas Españolas) y sin embargo no haya avanzado su introducción en la Enseñanza Universitaria en la misma dirección.

En la exposición de este trabajo se profundizará detalladamente sobre los Objetivos, la estructura, las directrices del grupo de trabajo del Suplemento al Diploma en cada una de las dos Fases previstas, Transitoria y Definitiva, con el fin de valorar en profundidad el interés de esta iniciativa.

2. EUROPASS: EL CURRICULUM EUROPEO

Para buscar empleo, ampliar la formación académica o realizar unas prácticas laborales en alguno de los países de la Unión Europea es imprescindible presentar a la empresa o institución a la que se quiere acceder tanto el curriculum vitae como los credenciales académicos o profesionales que certifiquen las capacidades del interesado.

El actual sistema de titulaciones y formación difiere entre los estados miembros, lo que hace necesario un modelo común que facilite la comprensión de una manera clara de esta información, lo que permitirá la valoración de la candidatura de un aspirante.

Para tratar de avanzar en esta dirección, en 2005 el Parlamento Europeo aprobó la entrada en vigor del EUROPASS, un conjunto de documentos común en los 27 Estados miembros de la UE cuya finalidad es facilitar la movilidad de estudiantes y trabajadores entre los distintos países gracias a la homogeneización de la información académica y laboral.

Posteriormente cada Estado designó un Centro Nacional Europass (CNE) para coordinar las actividades relativas a la emisión de estos documentos y que, en el caso español, depende del MEC.

El Europass es un dossier compuesto por 5 documentos complementarios entre sí, de forma que cada individuo crea o solicita aquellos que sean necesarios según sus objetivos profesionales, formativos, etc.

Entre estos hay que distinguir por un lado el Currículo Europass y el pasaporte de Lenguas Europass, que pueden elaborarse directamente en las páginas del “Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional (Cedefop)” y por otra parte los documentos que deben ser expedidos por las diferentes administraciones: el documento de movilidad, que acredita la estancia de trabajo o estudios en otro país; el suplemento Europass al Título o certificado y el Suplemento Europass al Título Superior.

La combinación de esta documentación genera una herramienta que ayuda a resumir de forma inteligible la vida académica y laboral, así como las aptitudes, destrezas y habilidades en distintas áreas, de cualquier ciudadano que esté interesado en la movilidad entre los países europeos, bien por razones académicas o profesionales.

3. LOS CINCO DOCUMENTOS

3.1. Curriculum Vitae Europass

Es el elemento principal del dossier. Es un modelo de currículum similar a cualquier otro (con información personal, académica y laboral, aptitudes, etc.) pero que al ser común a los 27 estados miembros facilita los procesos de selección a empresas e instituciones que ofrecen empleo o formación y que reciben candidaturas de diferentes nacionalidades. Desde las páginas del CNE se puede descargar el documento del currículum en las diferentes lenguas.

3.2. Pasaporte de Lenguas Europass

Al igual que el currículum, este documento se puede descargar desde las páginas del CNE. El pasaporte es una forma sencilla de resumir los conocimientos lingüísticos en una o varias lenguas utilizando los seis niveles europeos del Marco Europeo Común de Referencia para idiomas (usuario competente, niveles C2 y C1; usuario independiente, niveles B2 y B1; usuario básico A2 y A1) de manera que la aptitud idiomática pueda ser fácilmente reconocida en cualquier país. Este pasaporte forma

parte del Portafolio Europeo de las lenguas (APEE, Organismo Autónomo Programas Educativos Europeos, MEC) refleja las habilidades en las distintas competencias lingüísticas (hablar, leer, escribir, escuchar) así como la información sobre diplomas, cursos y otros aspectos relacionados con otras lenguas y culturas.

3.3. Documento de Movilidad Europass

Este documento certifica la estancia durante un período de tiempo determinado, ya sea por motivos académicos o profesionales, en algún país europeo, recogiendo las competencias y habilidades alcanzadas durante la estancia, así como los certificados, títulos o calificaciones obtenidos, si los hubiera. A diferencia del currículo y el pasaporte de lenguas, este documento no puede ser elaborado personalmente, requiere colaboración entre las partes implicadas, tanto del centro de origen como del de acogida, siendo el centro de origen quien debe solicitar el documento de movilidad a través del CNE.

3.4. Suplemento Europass al Título/certificado

Este documento es exclusivamente para los titulados en FP de grado medio o poseedores de un certificado de Profesionalidad. Este documento es la forma de facilitar a las empresas demandantes de personal la inteligibilidad de las titulaciones de FP o certificaciones profesionales de otro país, debido a las grandes diferencias existentes en este tipo de grado académico entre los estados europeos.

En este documento se describen los empleos para los que está cualificado el candidato, las competencias adquiridas, nivel de la titulación y el número de horas de formación.

En el caso de titulados en FP, el suplemento debe ser solicitado por la institución que expide el título a las Consejerías de Educación de las Comunidades Autónomas, mientras que el suplemento al Certificado de Profesionalidad es competencia del Servicio Público de Empleo Estatal (Ministerio de Trabajo e Inmigración).

3.5. Suplemento Europass al Título Superior

Este documento va dirigido a titulados de FP de Grado Superior y Titulados Universitarios. Este documento sirve como complemento al título oficial, aportando información sobre la cualificación profesional que corresponde a la titulación, campos de estudio, duración de los estudios, requisitos de acceso y detalle de todas las asignaturas cursadas, con especificación de las horas lectivas dedicadas y nota alcanzada. También se incluye como anexo información sobre el sistema nacional de enseñanza superior y el sistema de calificaciones.

En el caso de los titulados universitarios el Suplemento Europass lo expiden las universidades coordinadas por el “Consejo de Coordinación Universitaria” y en el caso de titulados de FP de Grado superior, la solicitud y expedición del documento

corresponde a las instituciones que expiden los títulos según normativa de cada Comunidad Autónoma.

4. EL SUPLEMENTO EUROPEO AL TÍTULO (*DIPLOMA SUPPLEMENT*) ¿QUÉ ES y CUÁL ES SU ESTADO?

El Suplemento Europeo al Título nace en Lisboa (1977) en el seno de un acuerdo de colaboración entre el Consejo de Europa, la UNESCO y la Asociación Europea de Universidades.

Fue uno de los elementos clave a tener en cuenta en la Declaración de Bolonia del 19 Junio 1999- firmada para crear un marco único en la Enseñanza Superior de Europa (EEES). El primer punto de la Declaración hacía referencia a este Suplemento Europeo Anexo al Título, planteando “*la adopción de un sistema comprensible y comparable de titulaciones, con la implantación de un Diploma Supplement que permita promover el empleo de los ciudadanos europeos y la competitividad internacional del sistema de educación superior europeo*”.

En marzo 2001 se inició la fase piloto de información por los promotores designados por la Comisión Europea, Dras. Julia González y Raffaella Pagani. En mayo 2001 la Comisión Europea puso en marcha un programa piloto, Tuning Educational Structures in Europe, coordinado por la Univ. de Deusto (Bilbao) y la Univ. Groningen (Países Bajos) para facilitar e impulsar la armonización europea prevista en los acuerdos de Bolonia y Praga. En dicho programa se seleccionaron 5 titulaciones: Matemáticas, Geología, Empresariales, Historia, Ciencias de la Educación y varias áreas de sinergia basadas en Redes Temáticas (Química, Física, Filología, Desarrollo Humanitario, Derecho, Medicina, Ingeniería y Veterinaria). Para cada una se constituyó una red de universidades de cada uno de los países de la UE. El proyecto finalizó, en su primera fase, el 31 Mayo 2002. Entre sus objetivos se encontraban:

1. Estudiar la convergencia europea en la definición de contenidos y perfiles profesionales en cada área.
2. Desarrollar modelos de estructuras curriculares de cada área para mejorar la integración y el reconocimiento de títulos (Lineas 1 y 2).
3. Adoptar los créditos europeos de transferencia y acumulación (ECTS) (Línea 3)
4. Analizar los métodos de enseñanza, aprendizaje y evaluación (Línea 4).
5. Colaborar de forma coordinada con todas las estructuras universitarias (Ministerios, Conferencias de Rectores, Universidades, etc.).

La Conferencia de Rectores de Universidades Españolas (CRUE) a través de su sectorial académica (CASUE) decidió en su reunión de Barcelona (Octubre 2001) utilizar los primeros resultados de esta experiencia para desarrollar proyectos piloto para implantar el Suplemento Europeo al Título.

Este documento facilita la movilidad académica internacional de los titulados y su interacción en el mercado laboral europeo. También facilita la incorporación de los titulados del espacio común a instituciones académicas superiores europeas, ya que proporciona la información sobre la titulación obtenida por un estudiante de una forma comprensible y fácilmente comparable en el extranjero, lo que permite un acceso más fácil a las oportunidades en otros países.

La situación actual sobre la información que contiene un título universitario oficial expedido por las universidades españolas indica únicamente el nombre de la titulación (no siempre claro para cualquier persona), nombre del estudiante; universidad que lo expide y firma de la autoridad educativa (normalmente impresa), y algunos sellos.

Esta información es suficiente, junto con el correspondiente Expediente Académico, para acceder al mercado laboral o para matricularse en otros estudios superiores siempre que estas aspiraciones se dirijan a instituciones españolas. Cuando son nuestras organizaciones las que reciben una candidatura laboral o académica del exterior o cuando somos nosotros los que decidimos presentarla en otro país, el escenario cambia por completo. Con un espacio europeo que no ha convergido en un modelo común es muy complicado interpretar con claridad todas las titulaciones vigentes en cada país, la cualificación que otorgan y el nivel competencial que confieren. La situación se complica cuando se trata de establecer correspondencias cara a posibles convalidaciones parciales de estudios, pudiéndose alcanzar situaciones diametralmente opuestas según cuál sea la universidad de acogida. Es evidente que la libre circulación entre personas dentro de la UE debe asegurarse y posibilitar que estas situaciones no se produzcan.

En este sentido, dentro de los principios fundamentales de la Declaración de Bolonia, junto con la armonización de las titulaciones en el ámbito europeo y el establecimiento de créditos ECTS, se promulga la instauración de un Suplemento Europeo al Título (SET) como un instrumento para favorecer la convergencia de los países europeos en un sistema de educación superior único.

Numerosos países miembros ya lo han incorporado a sus programas de evaluación académica. En 2002 países como Francia, Dinamarca e Italia ya habían aprobado una ley estatal estableciendo este documento adjunto al título. Posteriormente se han incorporado Austria, Finlandia, Alemania, Noruega, Suecia y Liechtenstein. Otros países como Islandia, Holanda y Bélgica lo expiden desde entonces de una manera voluntaria. En el caso del reino Unido, implantó por entonces un modelo similar a efectos de hacerlo compatible con el Suplemento Europeo. En España, Portugal y Grecia se está desarrollando, en fase experimental, hasta la implantación de los créditos ECTS.

5. EL SUPLEMENTO EUROPEO AL TÍTULO (*DIPLOMA SUPPLEMENT*) ¿CUÁL ES SU CONTENIDO?

Este Suplemento se redacta siempre en dos lenguas, la oficial del país del estudiante y otra mas de entre las oficiales europeas (generalmente el inglés);

continene información unificada y personalizada para cada titulado universitario sobre los estudios cursados, los resultados obtenidos, la capacitación profesional adquirida y el nivel de su titulación en el Sistema Nacional de Educación Superior. De este modo, cuando se adjunta este Suplemento al Título, el estudiante o profesional verá reconocida su titulación por cualquier institución o empresa fuera de su país de origen.

En España, aunque fue establecido por Real Decreto desde el año 2003 (R.D. 1044/2003 de 1 Agosto 2003, BOE nº218 pág.33848) el Suplemento Europeo al Título lleva sólo dos años expidiéndose en algunas universidades. La ministra M.J.San Segundo aseguró en la comparecencia que *“apostamos por la movilidad de los estudiantes en el EEES, incluido en España”*. Añadió además que, *“con la implantación del Suplemento, se completa uno de los aspectos mas importantes de la transparencia en el EEES”*.

El modelo que se está realizando se ajusta al propuesto por la Comisión Europea, el Consejo de Europa, y la UNESCO/CEPES (Centro Europeo para la Enseñanza Superior), y se pone a disposición de las universidades por la Secretaría General del Consejo de Coordinación Universitaria.

Por tanto, solo se puede solicitar el Suplemento Europeo al Título en aquellas universidades en las que está implantado, por parte de alumnos que han obtenido un título universitario de carácter oficial y validez en todo el territorio español con posterioridad a diciembre 2003.

El Suplemento lo expide la universidad a solicitud del interesado, siempre que haya obtenido previamente el título oficial. Frecuentemente las universidades ofrecen la opción de solicitar el SET junto con el documento de solicitud del título previo pago de la tasa correspondiente establecida por cada Comunidad Autónoma.

La información que suministra el Suplemento Europeo al Título se ordena en ocho apartados:

5.1. Datos personales

Este apartado contiene información personal del titulado. Incluye, además del nombre y apellidos, la fecha de nacimiento, el número de identificación (DNI).

5.2. Información sobre la titulación

En este apartado se recoge, en primer lugar, la información referente a la universidad en la que se han cursado los estudios, nombre y centro específico en el que se han impartido las enseñanzas, detallando la condición de público o privado.

Por otro lado se recogen los datos correspondientes a la titulación obtenida: su denominación oficial y los “campos de estudio” (definidos por el Consejo de Coordinación Universitaria: Humanidades; Ciencias Experimentales; Ciencias Sociales y Jurídicas; Enseñanzas Técnicas y Ciencias de la Salud).

Adicionalmente en la información sobre titulación se debe incluir la lengua o lenguas utilizadas en la docencia y los exámenes durante el desarrollo de los estudios.

5.3. Información sobre el nivel de la titulación

Esta información recoge el nivel que ocupa la titulación obtenida de acuerdo al sistema nacional de enseñanza superior implantado en nuestro país y los requisitos necesarios para acceder a ella. Incluye la duración oficial del programa de estudios (3 años para diplomaturas; 4 años para licenciaturas; 5 años para ingenierías; 6 años para Arquitectura, Medicina, etc.) y el tiempo presencial total que el alumno ha dedicado.

5.4. Información sobre contenidos y los resultados obtenidos

Esta información permite obtener una visión general de cómo se ha desarrollado la formación del estudiante durante los años de estudio.

En primer lugar se define la forma de estudio (presencial, no presencial, mixto) y el número de créditos de asignaturas troncales, obligatorias de universidad, optativas, libre elección, etc. que el estudiante debe superar. En segundo lugar se detallan estas asignaturas con su nombre, las horas lectivas, la nota alcanzada con designación del sistema de valoración empleado y el año académico en que la ha cursado. En el apartado Observaciones se puede hacer constar información adicional (p.ej. si una asignatura se ha cursado en idioma diferente). Puesto que esta información es relevante, se incluye al final un resumen de las calificaciones obtenidas junto con la explicación del sistema de calificación español y la calificación global del titulado en la carrera.

5.5. Información sobre la capacitación profesional del titulado

En este apartado del suplemento Europeo al Título se especifica el acceso a estudios posteriores a los que da lugar el título. En el caso de licenciados, arquitectos o ingenieros lo hace a títulos de postgrado, y en el caso de diplomaturas lo haría a titulaciones de segundo ciclo (a partir del 2010 habrá un único grado). En el caso de titulados en Formación Profesional de Grado Superior, se incluye la cualificación profesional que se obtiene con el título.

5.6. Información adicional de la Universidad

Bajo este epígrafe se recoge aquella información que cada universidad considere que debe añadir sobre la titulación que ha obtenido el estudiante o sobre la propia institución.

5.7. Certificación del suplemento

Debe constar de la fecha de expedición del título, junto con la firma y sellos de la universidad y de su Secretario General, que podrá ir grabada, pero la firma del funcionario será original e irá escrita sobre papel de seguridad.

5.8. Información sobre el sistema nacional de educación superior

Este apartado debe conseguir que toda la información sea comprensible y para ello se incluye una descripción de la escala del sistema educativo de cada país, con el fin de que sea identificable el nivel obtenido por el estudiante con la titulación.

DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE NIVELACIÓN DE CONOCIMIENTOS A PARTIR DEL ANÁLISIS DEL ITINERARIO ACADÉMICO EN EL BACHILLERATO

Patricia Pardo Tràfach

Departamento de Ingeniería de la Construcción
E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona
Universitat Politècnica de Catalunya
patricia.pardo@upc.edu

En este trabajo se presentan los resultados de un estudio realizado en el marco de la asignatura de “Química de Materiales” de primer curso de la Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos en el que se ha establecido la relación entre el nivel de conocimientos previos de química del alumnado y los resultados académicos obtenidos en esta asignatura, con la finalidad de establecer estrategias que permitan encarar esta problemática en el marco de la adaptación de los estudios al Espacio Europeo de Educación Superior.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas a los que nos enfrentamos los docentes de la materia de química en los primeros cursos de ingeniería es la gran heterogeneidad en el grado de conocimientos básicos de esta materia entre el alumnado. Esta situación, consecuencia de la definición de los planes de estudio de bachillerato, que permiten un itinerario tecnológico en el que la química no es asignatura obligatoria, es común en los diferentes estudios de ingeniería (1). Así, es habitual enfrentarse a grupos en los que más de un 30% del alumnado no tiene ningún conocimiento previo de química.

En estas circunstancias, muchos alumnos recurren a academias de refuerzo, en el mejor de los casos, o abandonan la asignatura dejándola para más adelante. Esto lleva a una desmotivación general del alumnado, que abandona toda esperanza (incluso todo deseo) de obtener algún conocimiento de química y centra sus energías en aprobar como sea a fin de olvidarse de esta asignatura para siempre jamás (pasando por alto el hecho de que en el futuro pueda llegar a necesitar estos conocimientos).

Desde el punto de vista del profesorado, la gran heterogeneidad respecto a los conocimientos previos de la signatura pueden llevar a rebajar, conscientemente o no, el nivel de la asignatura y proceder a impartir una materia de química de bachillerato en el primer curso de unos estudios universitarios. Es obvio que esto repercute de manera extremadamente negativa en la calidad de la enseñanza, dificultando un enfoque de la asignatura basado en las características específicas de los estudios. Otra consecuencia negativa, y no menos importante, es el aburrimiento y la desidia que provoca en los alumnos que ha llegado a la Universidad con unos conocimientos adecuados de química.

Así pues, el reto al que se enfrenta el diseño de las asignaturas de química en los estudios de ingeniería es el de conseguir que todos los alumnos puedan seguir la asignatura (y se sientan motivados para ello) sin que esto signifique un descenso del nivel de los contenidos impartidos (2).

Para superar este reto, es necesario el diseño de estrategias que aborden específicamente esta problemática y que partan del conocimiento del bagaje académico del alumnado y su influencia en el seguimiento de la asignatura a lo largo del primer curso de sus estudios universitarios.

En este trabajo se presentan los resultados de un estudio realizado en el marco de la asignatura de “Química de Materiales” de primer curso de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos en el que se ha establecido la relación entre el nivel de conocimientos previos de química, adquiridos en el bachillerato, y los resultados académicos obtenidos en esta asignatura, con la finalidad de establecer estrategias que permitan, de la manera más eficaz, encarar esta problemática en el diseño de la asignatura en el marco de la adaptación de los estudios al Espacio Europeo de Educación Superior.

2. ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL ITNERARIO PREVIO

2.1. Contextualización del estudio

La asignatura de “Química de Materiales” se imparte actualmente en el primer curso de la titulación de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universitat Politècnica de Catalunya. Es una asignatura anual con una carga lectiva de tres horas/semana y de carácter obligatorio. En el curso 2008/2009, 187 alumnos, repartidos en tres grupos, han seguido la asignatura. El programa se encuentra dividido en tres bloques cuyas características se resumen en la Tabla 1.

Para la evaluación de la asignatura se realiza un examen parcial eliminatorio de materia al final del primer cuatrimestre. El temario de este examen comprende el primer bloque de la asignatura. Se llevan a cabo dos exámenes finales, en los meses de mayo y junio. La nota final tiene en cuenta, además de los resultados obtenidos en los exámenes, la calificación de prácticas (10% sobre la nota final) y la de una serie de actividades que se realizan a lo largo del curso (20% sobre la nota final).

La recogida de datos para este estudio se efectuó mediante una encuesta en la que se pidió al alumnado que respondiera, de forma anónima y voluntaria, a las siguientes cuestiones:

1. ¿Estudiaste química en el primer curso de bachillerato?
2. ¿Estudiaste química en el segundo curso de bachillerato?
3. ¿Cuál ha sido tu nota de acceso a la Universidad?
4. ¿Qué nota obtuviste en el examen parcial de esta asignatura?

La encuesta se llevó a cabo la tercera semana de abril de 2009, y 105 alumnos participaron en ella.

Tabla 1. Resumen del programa de la asignatura “Química de Materiales” (ICCP)

| | Contenidos | Dedicación aprox. (presencial) |
|---|---|--------------------------------|
| <i>Bloque 1. Intercambios de calor y procesos de equilibrio</i> | Termodinámica; Ácido/Base; Solubilidad; Redox | 40 horas |
| <i>Bloque 2. Estado sólido</i> | Enlace químico; Estructura cristalina; Imperfecciones; Arcillas; Materiales amorfos; Coloides; Técnicas de análisis | 20 horas |
| <i>Bloque 3. Conglomerantes aéreos e hidráulicos</i> | Yeso; Cales; Cementos | 20 horas |

2.2. Representatividad de la muestra

Puesto que la encuesta fue respondida por poco más del 55% de los alumnos matriculados, en primer lugar se comprobó la representatividad de la muestra obtenida, comparando los resultados recogidos con los del total de la asignatura. En la Tabla 2 se muestran los resultados académicos obtenidos en el examen parcial, expresados en porcentaje sobre el total de alumnos presentados. Asimismo, se muestran los resultados obtenidos en el primer parcial por los alumnos que contestaron la encuesta. Como se puede observar, en la muestra obtenida se encuentran ligeramente sobrerrepresentados los alumnos con nota inferior a 4, en detrimento de los alumnos con nota entre 4 y 6. Por otro lado, no es muy sorprendente la diferencia en la nota media de los dos grupos. Tanto este dato como la mediana son algo mayores en el grupo de alumnos que respondieron a la encuesta. A partir de los datos mostrados en la Tabla 2, podemos concluir que la muestra obtenida es bastante representativa del grupo total de alumnos, aunque estas diferencias deberán ser tenidas en consideración en el momento de extraer conclusiones.

2.3. Resultados de la encuesta

La nota media de acceso a la Universidad del grupo de 105 alumnos que respondieron la encuesta (a partir de ahora, global), es de 8,24 (mediana 8,20). La nota media de este grupo en el primer parcial de la asignatura fue de 5,71 (mediana 6,00). En este grupo, el 39% de alumnos suspendió el primer parcial y el 61% lo aprobó.

De los 105 alumnos, 31 (29,5%) no realizaron la asignatura de química en ninguno de los dos cursos de bachillerato, mientras que 21 (20,0%) curso química el primer

año de bachillerato pero no el segundo, y 53 (50,5%) cursaron química los dos años de bachillerato.

Tabla 2. Resultados obtenidos en el primer parcial por los alumnos presentados y por los alumnos que respondieron a la encuesta.

| | <i>Presentados 1er parcial</i> | <i>Respuestas encuesta</i> |
|--|------------------------------------|--------------------------------|
| <i>Total alumnos</i> | 163 | 105 |
| <i>Nota $\leq 3,9$ (%)</i> | 23,9 | 28,6 |
| <i>4 < Nota $\leq 5,9$ (%)</i> | 27,6 | 20,9 |
| <i>Nota >6 (%)</i> | 48,5 | 50,5 |
| <i>Media</i> | 5,62 | 5,71 |
| <i>Mediana</i> | 5,80 | 6,00 |

En la figura 1 se muestra la nota media obtenida en el primer parcial por los tres subgrupos mencionados en el párrafo anterior (a partir de ahora, 0+0, 1+0 y 1+1, respectivamente), así como sus notas medias de acceso a la Universidad.

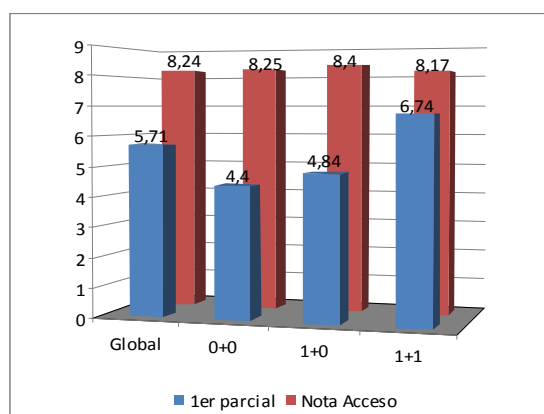


Figura 1. Notas medias de acceso a la Universidad y del primer parcial de la asignatura, según el itinerario recorrido en bachillerato con respecto a la química.

Como se puede observar en la figura, la nota media del primer parcial disminuye según los cursos de química seguidos en el bachillerato. Las medianas para los grupos 0+0, 1+0 y 1+1 son, respectivamente, 3,95, 5,00 y 7,00.

La figura 2 muestra La distribución de las notas obtenidas en el primer parcial según el itinerario seguido en bachillerato.

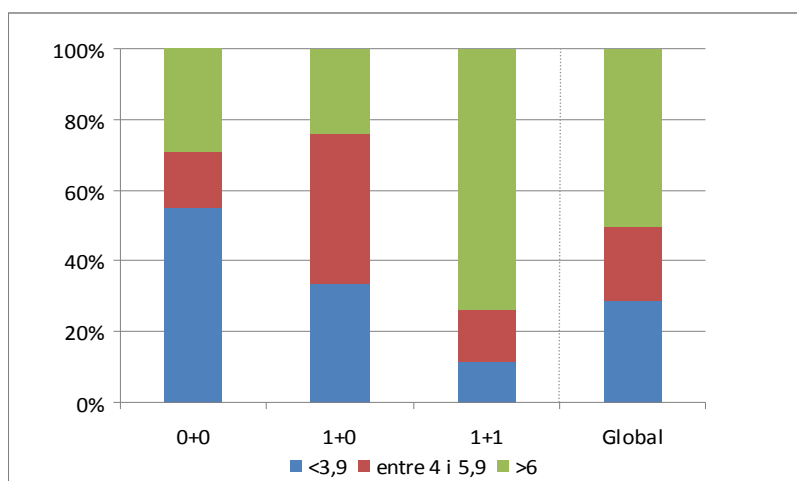


Figura 2. Distribución de las notas obtenidas en el primer parcial de la asignatura, según el itinerario recorrido en bachillerato con respecto a la química.

Destaca el hecho de que la gran mayoría de los alumnos que han cursado química los dos años de bachillerato (el 73,6%) aprueban el primer parcial de la asignatura con una nota igual o superior a 6, mientras que más de la mitad de los alumnos que no han cursado química en el bachillerato (el 54,8%) suspende con una nota inferior a 4.

Hay que tener en cuenta que, de acuerdo con los datos de la Tabla 1, los alumnos con notas inferiores a 4 se encuentran sobrerrepresentados en la muestra. Sin embargo, las diferencias entre el grupo 0+0 y el grupo 1+1 son tan pronunciadas que podemos considerar válidas las conclusiones extraídas de la figura 2.

Cabe señalar que la parte de la asignatura evaluada en el primer parcial es la que comprende la mayoría de temas estudiados en química de bachillerato, es decir aquella en la que el hecho de poseer conocimientos previos puede ser más determinante. Si se comparan las notas del primer parcial con las notas finales (figura 3), se observa un trasvase de alumnos entre las categorías “inferior a 4” y “entre 4 y 6”. Este hecho es atribuible a dos factores: por un lado la nivelación que suponen los bloques 2 y 3 del programa de la asignatura, mayoritariamente materia desconocida por todos los alumnos, y por otro la contribución en la nota final de las calificaciones obtenidas en prácticas y en las actividades realizadas a lo largo del curso.

En resumen, los resultados del estudio realizado nos permiten llegar a las siguientes conclusiones:

- 1) El itinerario seguido en el bachillerato respecto a la asignatura de química tiene una gran influencia en las notas obtenidas en el primer parcial de la asignatura.
- 2) Dada la configuración del programa y el sistema de evaluación de la asignatura, es probable que el efecto de los estudios previos de química en

- las notas finales de la asignatura sea menor que el efecto sobre los resultados del primer parcial.
- 3) El elevado porcentaje de alumnos que obtienen una nota superior a 6 entre aquéllos que han cursado dos años de química en el bachillerato indica que están preparados para asimilar conocimientos de mayor complejidad.
 - 4) Para poder abordar contenidos más complejos en la primera parte del programa, es necesario el diseño de estrategias efectivas de nivelación a fin de que todos los alumnos puedan seguir el desarrollo de la asignatura.

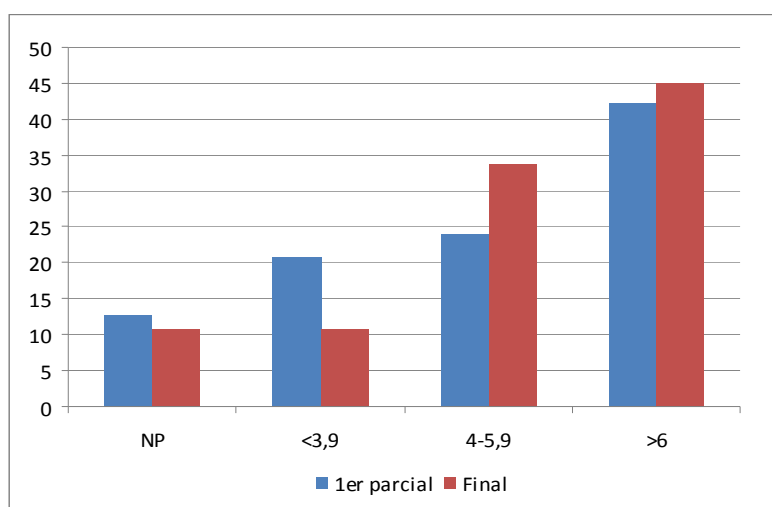


Figura 3. Distribución de las notas obtenidas en el primer parcial y las notas finales de la asignatura, en % sobre alumnos matriculados.

3. ESTRATEGIAS DE NIVELACIÓN DE CONOCIMIENTOS

El diseño de estrategias que permitan la nivelación de los conocimientos fundamentales para seguir correctamente el desarrollo de la asignatura de Química de Materiales se encuentra claramente favorecido en el marco de la implantación de metodologías introducidas en el ámbito universitario desde la perspectiva de la adaptación a los criterios de Bolonia.

A tal efecto, en este apartado se considera la introducción de técnicas de aprendizaje entre iguales y de autoaprendizaje y autoevaluación. Cabe destacar la utilidad de las plataformas virtuales que ofrecen las nuevas tecnologías, ya que facilitan en gran medida la gestión de nuevos sistemas de aprendizaje.

Las experiencias de aprendizaje entre iguales surgen a raíz de la concepción constructivista del proceso de enseñanza y aprendizaje, según la cual las interacciones entre personas son fuente de aprendizaje. Estas prácticas se realizan desde la diversidad estructurando dicha interacción de manera que garantice el aprendizaje de

todos los que en ellas intervienen (3). Las experiencias de aprendizaje entre iguales, en su dimensión de tutoría entre iguales, pueden ser de gran utilidad a fin de nivelar los conocimientos previos.

Al inicio del curso académico 2008/2009 se llevó a cabo en uno de los grupos de teoría una prueba piloto de este tipo de experiencia. El ejercicio consistió en la realización de un problema de química de bachillerato en el que se debían aplicar varios de los conceptos fundamentales referidos a formulación y cálculos estequiométricos. Los alumnos fueron divididos en grupos de tres personas formados por el profesor bajo la condición de que fueran heterogéneos, es decir, que los alumnos que formaran un grupo tuvieran diferentes niveles de conocimientos previos de química. De esta manera se favorece que los alumnos con conocimientos previos puedan repasar ciertos conceptos básicos, mientras los alumnos sin conocimientos de química entran en un primer contacto con la materia a través de la colaboración con un igual al que les puede resultar mucho más fácil plantear dudas y cuestiones (4).

La experiencia fue valorada mediante un cuestionario de incidencias críticas por el alumnado, que destacó favorablemente la interacción con los compañeros. Asimismo, algunos alumnos con una base sólida de química señalaron que el ejercicio les había permitido tomar conciencia de la heterogeneidad del grupo respecto al nivel de conocimientos previos, aunque también señalaron negativamente la baja dificultad del problema planteado. A partir de la valoración de esta actividad, podemos concluir que su implementación como método habitual de trabajo, y no como experiencia puntual, permitiría obtener unos resultados más satisfactorios.

Experiencias de este tipo deberían combinarse con ejercicios y actividades de autoevaluación individuales que faciliten la adquisición y/o consolidación de los conceptos fundamentales de química. Para promover el trabajo del alumno en este sentido, dichas actividades deberán ser valoradas en la evaluación de la asignatura. Por otro lado, realizar ejercicios de autoevaluación computables al inicio de cada tema del programa incentivaría a los alumnos a realizar el esfuerzo continuado de adquisición de conceptos fundamentales, permitiendo así abordar temas de mayor complejidad y profundidad. Dada la capacidad demostrada de estos alumnos, el planteamiento de retos de mayor exigencia intelectual redundaría en un aumento de su motivación por la química.

4. CONCLUSIONES

El estudio realizado permite afirmar que el itinerario seguido en el bachillerato tiene una gran influencia en las notas del primer parcial de la asignatura. Probablemente, el efecto sobre la nota final sea menor a causa de la distribución de la materia y la contribución de la calificación de prácticas y otras actividades.

Por otro lado, los resultados indican que los alumnos están preparados para asimilar contenidos de mayor complejidad. A fin de aumentar el nivel de desafío intelectual planteado por la asignatura, se hace necesario el diseño de estrategias efectivas de nivelación de conocimientos básicos. Los ejercicios de conceptos

fundamentales computables en la evaluación final y las técnicas de aprendizaje entre iguales pueden dar resultados satisfactorios en este sentido.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los alumnos de primer curso de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos su participación desinteresada en el estudio realizado, así como al resto del profesorado de la asignatura Química de Materiales, que con sus acertados comentarios han contribuido a mejorar el presente trabajo.

REFERENCIAS

1. M.C. Rivero Núñez, M.J. Melcón de Giles, F. Fernández Martínez, en: *Didáctica de la Química y Vida Cotidiana*, pp 373-378, Sección de Publicaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la UPM, Madrid (2003).
2. J.L. Rovira, P. Pardo, en: *II Jornadas de Enseñanza del Hormigón Estructural*, pp 365-370, Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural, Madrid (2007).
3. L.M. Rodríguez, T. Escudero, *Enseñanza de las Ciencias*, **2000**, Vol. 18, 255-274.
4. W. Damon, E. Phelps, *International Journal of Educational Research*, **1989**, Vol. 58, 9-19.

ÍNDICE DE AUTORES

- J. Aguado Alonso, 61
J. Albéniz Montes, 39
A. de Andrea González, 131, 139
C. Arribas Arribas, 61
- R. Ballesteros Gómez, 51, 151
R. Barajas García, 61
- A. Cadenato Matía, 71
G. Calderón Castellanos, 199
I. Carrillo Ramiro, 39
C. Castro Acuña, 199
- R. Domínguez Gómez, 227
- A. Garcés Osado, 51, 161
C. García Manrique, 199
A. Gómez Gómez, 131, 139
S. Gómez Ruiz, 51, 181
M.L. González Arce, 205, 217, 231
M.N. González Delgado, 95
M. González Prolongo, 61
R. Gorchs Altarriba, 115, 171
M.D. Grau Vilalta, 115
- I. del Hierro Morales, 51, 161
- J.A. Llorens Molina, 105, 123
L.B. López Vázquez, 227
- J.M. Martín Llorente, 13
M. Martínez Martínez, 71
J. Martínez Urreaga, 7, 29, 81
S. Morante Zarcero, 51, 151, 187
G. Muller Carrera, 199
- C. Orozco Barrenetxea, 95
- P. Pardo Tráfach, 241
D. Pérez Quintanilla, 51, 151, 187
A. Pérez Serran, 95
G. Pinto Cañón, 7, 29, 81
S. Prashar, 51, 181
- C. Reinoso Gómez, 39
- P. Saavedra Meléndez, 39
C. Salom Coll, 61
M.S. San Román Vicente, 13
A. Sánchez Sánchez, 51, 151
L.F. Sánchez-Barba Merlo, 51, 161
I. Sanz Berzosa, 105, 123
I. Sierra Alonso, 51, 151, 161, 187
- R. Torralba Marco, 227
M. Tortosa Moreno, 171
- Ángel Valea Pérez, 21, 205, 217,
231

La Química como materia básica de los Grados de Ingeniería



POLITÉCNICA

ice

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
Instituto de Ciencias de la Educación

En este libro, auspiciado por el Grupo de Innovación Educativa de “Didáctica de la Química” de la Universidad Politécnica de Madrid y el Grupo de “Didáctica e Historia de la Física y la Química” de las Reales Sociedades Españolas de Física y de Química, se recogen trabajos con sugerencias sobre cómo abordar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química como materia básica de los Grados de Ingeniería en el nuevo contexto educativo español.



Los trabajos se presentaron durante una Jornada específica sobre este tema, celebrada en la E.T.S. de Ingenieros Navales de la Universidad Politécnica de Madrid, el 2 de Julio de 2009. Participaron en la elaboración del texto 45 autores de Universidades de España y México.



Real
Sociedad Española de Física y Química

Qs

FORO PERMANENTE
QUÍMICA y SOCIEDAD



INDUSTRIALES
ETSII | UPM

Impreso en:
Sección de Publicaciones de la
Escuela Técnica Superior de
Ingenieros Industriales
UPM, Madrid