



POLITÉCNICA

**Vicerrectorado de Ordenación
Académica y Planificación Estratégica**



MEMORIA FINAL DEL PROYECTO:

Nuevas metodologías para la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje de la Química

Línea D:

Apoyo al desarrollo de proyectos de innovación educativa por los Grupos de Innovación Educativa consolidados o en proceso de consolidación.

CONVOCATORIA DE AYUDAS A LA INNOVACIÓN EDUCATIVA EN EL MARCO DEL PROCESO DE IMPLANTACIÓN DEL ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR Y A LA MEJORA DE LA CALIDAD DE LA ENSEÑANZA PARA EL CURSO 2006-07

Escuelas implicadas:

ETSI Industriales, ETSI Navales, EUIT Industrial

Fdo.: Gabriel Pinto Cañón
Coordinador del Proyecto

Octubre de 2007

A) PARTICIPACIÓN

A-1) Acciones realizadas sobre alguna asignatura.

En la normativa que rige la línea D de la *Convocatoria de ayudas a la innovación educativa, en el marco del proceso de implantación del espacio europeo de educación superior, y a la mejora de la calidad de la enseñanza para el curso 2006-07*, impulsada por la Universidad Politécnica de Madrid, se indica que deberá elaborarse un informe final, antes del 15 de octubre de marzo de 2007, donde se expliquen el desarrollo y los resultados de cada proyecto. Con este objetivo, el presente informe recoge dicha información en relación con el proyecto “**Nuevas metodologías para la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje de la Química**”, que se inscribe dentro de la Convocatoria indicada.

Las líneas de actuación específica del *Grupo de Didáctica de la Química* (Grupo consolidado de Innovación Educativa de la U.P.M.) en las que se enmarcó el proyecto son:

- Desarrollo de nuevas Metodologías de Aprendizaje / Evaluación.
- Desarrollo curricular.
- Coordinación programas formativos Universidad / Bachillerato-FP.

Con el presente Proyecto, se pretendía abordar, un conjunto de cuestiones relacionadas con las innovaciones metodológicas, en relación a la Química en distintos niveles educativos y, de forma específica, en la enseñanza y aprendizaje de esta Ciencia para alumnos de los primeros cursos de diferentes Ingenierías impartidas en la Universidad Politécnica de Madrid.

En todo caso, todo este conjunto de actividades se complementó con otros proyectos educativos en los que se llevaba a la práctica los aspectos que se recogen en esta Memoria en

casos concretos de asignaturas impartidas en las tres Escuelas implicadas donde, además, se estudiaron aspectos como estadísticas de resultados académicos y la dedicación temporal de los alumnos (crédito ECTS) a las diferentes materias, entre otras. Por ello, se remite en este aspecto a las Memorias correspondientes de los proyectos:

- Innovación Educativa aplicada a Química y Ciencia y Tecnología de los Materiales Cursadas en 1º curso de Ingenieros Navales y Oceánicos (UPM: Octubre 2006 a Septiembre 2007).



Logotipo del Grupo de Innovación Educativa.

- Diseño y aplicación de estrategias metodológicas con implantación del sistema ECTS, para mejorar los resultados en las asignaturas de Química del primer curso de la Titulación de Ingeniero Técnico Industrial, especialidad de Química Industrial (UPM: Octubre 2006 a Septiembre 2007).

- Adecuación de las asignaturas de Química I de la titulación de Ingeniero Industrial y Fundamentos de Química de la titulación de Ingeniero Químico al marco del proceso de implantación del EEES (UPM: Octubre 2006 a Septiembre 2007).

A-1.1) Alumnos a los que ha afectado

Con las peculiaridades descritas en el apartado anterior, el proyecto ha afectado a los alumnos de las siguientes materias:

<i>Asignatura</i>	<i>Titulación</i>	<i>Nº alumnos</i>
Química I	I. Industrial	500
Fundamentos de Química	I. Químico	70
Química II	I. Industrial	500
Química Inorgánica	I. Químico	70
Experimentación den Química I	I. Químico	70
Experimentación den Química II	I. Químico	70
Química Orgánica	I. Químico	70
Química Analítica	I. Químico	70
Química	I. Naval	120
Química Aplicada Ingeniería	I.T. Industrial	325
Fundamentos de Química	I.T.I. Quim. Ind.	115
Laboratorio de Química I	I.T.I. Quim. Ind.	90
Química Orgánica	I.T.I. Quim. Ind.	120
Análisis Químico	I.T.I. Quim. Ind.	120
Principios Procesos Químicos	I.T.I. Quim. Ind.	120

TOTAL: 15 asignaturas de 5 titulaciones, con unos 2.400 alumnos en total.

A-1.2) Profesores que han participado en el proyecto:

Profesores participantes	Créditos impartidos*	Nº de horas adicionales <i>(empleadas en el proyecto frente a las que conllevaría una docencia convencional de la asignatura)</i>
Pinto Cañón, Gabriel	15	100
Miguel Alonso, Santiago	12	60
Pinilla Cea, Paz	16	60
Albéniz Montes, Javier	26	30
Arévalo de Miranda, M ^a Victoria	28	10
Barajas García, Rosa	28	30
Carrillo Ramiro, Isabel	28	30
Cubeiro Vázquez, Manuel Ramón	28	10
Reinoso Gómez, Consolación	28	30
Saavedra Meléndez, M ^a Pilar	28	30
Molina Rubio, María José	20	35
Matías Arranz, M ^a Carmen	20	35
Fernández López, M ^a Ascensión	20	35
Paz Antolín, Isabel	11	70
Martínez Urreaga, Joaquín	11	30
del Peso Díaz, M ^a Isabel	17	15
De la Fuente García-Soto M ^a del Mar	14	100
Narros Sierra, Adolfo	20	15
Martín Sánchez, Manuela Profesora Colaboradora del GIE: Facultad de Educación (Universidad Complutense de Madrid)	No ha lugar	30
Castro Acuña, Carlos Mauricio Profesor Colaborador del GIE: Facultad de Química (Universidad Nacional Autónoma de México)	No ha lugar	20
Oliver-Hoyo, María T. Profesora Colaboradora del GIE:del Chemistry Department (North Carolina State University)	No ha lugar	75

*** En las materias implicadas en el Proyecto.**

A-1.3) Aspectos metodológicos destacables.

A-1.3 a) Referente a la planificación de asignaturas.

(Redefinición de objetivos, guía de asignatura, coordinación con otras asignaturas,...).

Con el apoyo del proyecto, se ha mejorado la redefinición de los objetivos de las asignaturas, estableciéndolos en función de adquisición de competencias. Ello ha dado lugar a la confección de guías de asignatura acordes al modelo propuesto en el desarrollo del EEES.

Los resultados obtenidos en este sentido, que incluyen la elaboración de guías docentes en el contexto del crédito ECTS (aprendizaje basado en competencias específicas y genéricas o transversales), forman parte también de otros tres proyectos financiados por la UPM a profesores del Grupo, para abordar asignaturas específicas en el contexto indicado y, por ello, simplemente se citan en este informe. No obstante, se destaca que la labor grupal ha permitido contrastar las iniciativas tomadas en este sentido por docentes de los tres equipos (profesores de Química de las Escuelas ETSII, EUITI y ETSIN).

Aparte de los Proyectos antes mencionados, donde se especifican las guías y objetivos para las diferentes materias, se recogen seis de ellos, a modo de ejemplo, en la dirección Web: <http://www.etsii.upm.es/diquima/didacticaquimica/guias.htm>

A-1.3 b) Referente al proceso de enseñanza-aprendizaje.

(Metodologías utilizadas orientadas a la participación activa del alumno, material docente generado, acciones para la motivación del alumno,...).

• Implementación y análisis de recursos docentes para la mejora del aprendizaje de la Química.

En algunas de las asignaturas que imparten los profesores del Grupo, se han desarrollado (analizando los resultados obtenidos) recursos conocidos por la bibliografía y la práctica docente, como son: organizadores gráficos (elaboración de mapas conceptuales por los alumnos), recursos audiovisuales (presentaciones), aprendizaje basado en problemas, prácticas de laboratorio y evaluación continua, etc.

Entre otros recursos, la puesta en común e investigación en el aula por parte de profesores del Grupo, de una metodología concreta, como es la elaboración de mapas

conceptuales por los alumnos, ha permitido la publicación de los resultados en una revista de Didáctica de la Química internacional:

✓ P. Pinilla, S. Miguel, G. Pinto, "Uso de Mapas Conceptuales para el Aprendizaje de Química a Nivel Universitario", Anuario Latinoamericano de Educación Química, Vol. 22, pp. 212-217 (2006/07). Este trabajo se incluye (como otros publicados en revistas, libros y congresos especializados que se citan en los siguientes párrafos) en el Anexo a la Memoria.

• **Elaboración y puesta en práctica de casos prácticos para el aprendizaje basado en problemas (ABP).**

Es bien conocido que el ABP constituye una de las herramientas educativas más citadas cuando se especifican los caminos a seguir en los modelos educativos basados en el "aprendizaje del alumno". No obstante, no existe abundante bibliografía sobre casos concretos y, por ello, se ha colaborado a generar este tipo de herramientas, proponiendo ejemplos y analizándolos en la práctica docente. En este sentido, y tras prepararlos y evaluarlos en el aula (asignaturas de Química I de la titulación de Ingeniero Industrial y asignatura de Química Inorgánica de la titulación de Ingeniero Químico), se han remitido a la revista *Journal of Chemical Education*, para publicarse, en su caso, los siguientes trabajos realizados por miembros del Grupo:

✓ "Using the relationship between vehicle fuel consumption and CO₂ emissions to illustrate chemical principles", por M.T. Oliver-Hoyo y G. Pinto. Con esta propuesta, se intenta que los alumnos se formen en cuestiones como: Cálculos estequiométricos, emisión de dióxido de carbono, protocolo de Kyoto, efecto invernadero, densidad de líquidos, representaciones gráficas de datos experimentales, ajuste de funciones, combustión, y motores híbridos. Los alumnos parten de la información ofrecida por el fabricante en anuncios, sobre emisión de CO₂ (en gramos por kilómetro recorrido) y consumo de combustible (en litros por 100 kilómetros recorridos) de automóviles. Aparte del contenido de Química, es un ejemplo idóneo, por sus características interdisciplinares, de actualidad y de aplicación en Ingeniería, de aplicación de entornos de aprendizaje C-T-S-A (Ciencia-Tecnología-Sociedad-Medio Ambiente).

✓ *What's in your bottled water?*, por G. Pinto y M.T. Oliver-Hoyo. En este caso, la herramienta docente desarrollada permite promover el aprendizaje de los alumnos en aspectos como: Estequiometría de sales, composición del agua mineral, análisis químico, balance de cargas en disolución, descomposición térmica de bicarbonatos, información

química para el público, y unidades. Los alumnos parten, también en este caso, de la información que ofrece el fabricante de la composición del agua mineral (en miligramos por litro) el fabricante.

✓ *A postage stamp about the periodic table*, por G. Pinto. La discusión sobre un sello de correos, emitido en España con ocasión del centenario de Mendeleev (considerado como el “padre” del sistema periódico de los elementos químicos) y del Año de la Ciencia, permite que los alumnos profundicen en el aprendizaje de características de la tabla periódica, una de las herramientas esenciales de la Química.

Una innovación adicional realizada con estos tres problemas es que los alumnos trabajan de forma cooperativa, partiendo de datos diferentes para cada grupo de alumnos y con resultados que no tienen que ser numéricamente iguales. Se huye así del formato clásico de “problema cerrado” donde se ofrecen todos los datos necesarios y con un resultado final único. Estos problemas y otros análogos se presentaron también en la *II First-Year Undergraduate Chemistry Education Conference*, celebrada a finales de mayo de 2007 en la Universidad de Colorado en Boulder (Estados Unidos).

A-1.3 c) Referente a la evaluación.

(Evaluación común y diferenciada con otras asignatura afines o con cursos anteriores, evaluación de competencias,...)

Se ha promovido la evaluación continua, como se recoge en las guías docentes de las asignaturas (<http://www.etsii.upm.es/diquima/didacticaquimica/guias.htm>).

La evaluación tomaba en cuenta el aprendizaje por competencias. De forma esquemática, algunos ejemplos cuantitativos, de forma esquemática son:

- Química I: 10% laboratorio + 10% tareas + 20% eval. intermedia + 60% examen final.
- Q. Inorgánica: 5% participación en clase y evaluación portafolio + 15% tarea individual + 10% tarea grupo + 20% evaluación intermedia + 50% examen final.
- Fundamentos de Química, Química Orgánica, Principios de los Procesos Químicos y Análisis Químico, impartidas en la EUITI: examen final + 10 % { nota de examen de clase (0 a 10 puntos) + trabajo cooperativo (2,5 puntos) + resolución, entrega y exposición de problemas (2,5 puntos) }.

A-1.4) Resultados

A-1.4 a) Académicos

Resultados comparativos entre grupos experimentales y convencionales:

No se estableció de forma generalizada una comparación entre grupos experimentales y convencionales, dado que la naturaleza del proyecto no favorecía (ni se planteaba) el mantenimiento de grupos “convencionales”. En todo caso, se toma como referencia de estos grupos las experiencias de años anteriores.

No obstante, en la ETSI Navales sí se estudió la diferencia de resultados de los alumnos que cursaron la asignatura de Química siguiendo dos metodologías diferenciadas. Los resultados obtenidos fueron:

		<i>Aprobados</i>	<i>Suspensos</i>	<i>No Presentados</i>	<i>Totales</i>
<i>Alumnos</i>	<i>ECTS</i>	28 47 %	18 30%	14 23 %	60 81%
<i>Nuevos</i>	<i>No ECTS</i>	1 17 %	1 17 %	12 86 %	14 19 %
<i>Repetidores</i>	<i>ECTS</i>	10 50%	8 40%	2 10 %	20 41 %
	<i>No ECTS</i>	7 24%	11 38 %	11 38 %	29 59 %
<i>Totales</i>		46 38 %	38 31 %	39 32 %	123 100%

A-1.4 b) Satisfacción

Los datos y evidencias de la satisfacción del Proyecto respecto a los diferentes colectivos implicados son:

- Alumnos participantes: un buen número de ellos se sienten “abrumados” ante la tarea que se les va proponiendo durante el desarrollo del curso, pues tenían la sensación de que, a nivel universitario, sólo se evalúa un examen final. También sienten cierta “perplejidad” ante trabajos, como la realización de mapas conceptuales o un portafolio, ante los que no están acostumbrados. Sin embargo, y sin alcanzar resultados de éxito espectaculares, una vez que se habitúan a este tipo de trabajos y a la nueva modalidad de evaluación, se sienten satisfechos con el trabajo realizado y con la posibilidad de aprobar materias sin depender sólo de un examen final.
- Profesores participantes: como se recoge en los foros de profesores que discuten este tipo de innovaciones, hay opiniones contrastadas entre quien piensa que supone una elevación del tiempo de dedicación a la preparación de actividades

docentes, y quien considera que es una buena oportunidad para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

- Resto del Centro: estos proyectos no han alterado de forma significativa ni horarios ni otros aspectos de la docencia de otras materias. En todo caso, se observa la necesidad de una coordinación transversal entre materias del mismo curso, para no sobrecargar con tareas a los alumnos.

Estas evidencias se sustentan en encuestas de satisfacción, cuyos resultados se muestran en algunos de los trabajos del anexo a esta Memoria y en comentarios y discusiones realizados en algunos de los eventos que se mencionan en los párrafos siguientes.

A-2) Otro tipo de acciones de innovación educativa realizadas en el Proyecto.

Aparte de las cuestiones señaladas anteriormente, el Proyecto contempló otros aspectos y acciones de innovación educativa, como son:

• Desarrollo de seminarios (y otras actividades) para profesores universitarios y de otros niveles educativos.

Con objeto de compartir la experiencia docente del Grupo y de enriquecernos con la de otros profesores, se han desarrollado cursos y seminarios para profesores universitarios, en los que se han analizado las cuestiones indicadas relacionadas con la metodología docente de la Química. Se han organizado (o colaborado en su organización), en este sentido, los siguientes cursos:

✓ Seminario sobre nuevas metodologías docentes para la enseñanza de la Química. Impartido en el ICE de la UPM (19 de octubre de 2006). Se abordaron, mediante conferencia y posterior debate, los siguientes temas:

- Aprendizaje activo y cooperativo de la Química: un caso práctico en una Universidad de Estados Unidos (por Maite Oliver-Hoyo).
- Nuevas metodologías docentes, en el contexto ECTS, para la enseñanza de la Química (por Gabriel Pinto).

✓ Seminario sobre técnicas de apoyo a la enseñanza de la Química: Impartido en el ICE de la UPM (15 de febrero de 2007). Se abordaron, mediante conferencia y posterior debate, los siguientes temas:

- Material bibliográfico para el profesor y el estudiante de Química (por Santiago de Miguel).
- Elaboración de mapas conceptuales y su aplicación: valoración de resultados (por Paz Pinilla).

En la dirección <http://quim.iqi.etsii.upm.es/didacticaquimica/Cursos.htm> se pueden consultar las ponencias presentadas en ambos cursos, a los que asistieron una veintena de profesores universitarios de distintos Centros de la U.P.M. y de la Universidad Complutense de Madrid.

Se organizó y celebró también la siguiente reunión:

✓ I Reunión Internacional del Grupo de Innovación Educativa de Didáctica de la Química de la U.P.M. (12 de julio de 2007), en la E.T.S. de Ingenieros Navales de la U.P.M., bajo la coordinación de los profesores Santiago de Miguel y Paz Pinilla. Participaron una veintena de profesores del Grupo, junto con los profesores de Química de otros países: María Elisa Maia (Portugal), Paul Kelter (Estados Unidos), Carmen V. Gauthier (Estados Unidos), Gabriela Weaver (Estados Unidos) y Liliana Mammino (Sudáfrica e Italia).



Asistentes a la reunión internacional en la ETSI Navales (12 julio 2007).

Se abordaron cuestiones relacionadas con la Didáctica de la Química a nivel universitario: empleo de bibliografía, contenidos, metodología docente, etc. Más detalles pueden encontrarse en la dirección:

<http://www.etsii.upm.es/diquima/didacticaquimica/Navales2007.htm>

Se ha participado también en la *Reunión Internacional ICUC-PIEQ XV de Educación Química para el Desarrollo Sustentable*, celebrada en octubre de 2006 en la Universidad Nacional de San Luis (Argentina), donde cerca de 100 profesores de diferentes países (esencialmente latinoamericanos) discutieron sobre las nuevas metodologías educativas para el aprendizaje de la Química, enfocándolo esencialmente a la búsqueda de una formación de futuros titulados universitarios que favorezcan un desarrollo sostenible para el conjunto de la humanidad. Se presentaron las siguientes comunicaciones:

✓ “Algunas Consideraciones sobre la Divulgación de la Química desde la Universidad”, por J. Martínez Urreaga, C.M. Castro Acuña y G. Pinto. Se expuso la necesidad de que las Universidades se impliquen en el proceso de divulgación de la Ciencia por el conjunto de la ciudadanía, y específicamente en el campo de la Química.

✓ “Nuevas Tendencias de la Educación Universitaria Europea: Implicaciones de la Enseñanza de la Química”, por G. Pinto. Se explicaron las bases del proceso de construcción del Espacio Europeo de Educación Superior, haciendo énfasis en cómo dicho proceso favorece la creación de entornos de aprendizaje de la Química, a nivel universitario, centrados en los alumnos. Se aprovechó para comunicar, en un entorno internacional, la iniciativa de la U.P.M. de reconocimiento de Grupos de Innovación Educativa.

Además, se ha colaborado en el “II Ciclo de Conferencias sobre Ciencia, Progreso y Educación”, organizado por la Universidad de Sevilla para profesores universitarios y de Bachillerato, con la impartición del Seminario “Aprendiendo Química con Enfoques de Ciencia-Tecnología-Sociedad” (por G. Pinto, el 28 de marzo de 2007), donde se recalcó la importancia de incluir aspectos cotidianos en el aprendizaje de la Química y se expusieron algunas de las metodologías señaladas en párrafos anteriores.

En cuanto a celebración de seminarios y otras actividades formativas del profesorado, también se gestionó y se consiguió la validación de un crédito para profesores de bachillerato de Física y Química, Tecnología y áreas afines, por parte del Instituto Superior de Formación del Profesorado, para la Jornada que se preparó para el 10 de julio del presente año, y que se explica en el siguiente punto.

- **Preparación y desarrollo de una Jornada (10 horas de duración), para 230 profesores de Física y Química, y áreas afines, de los diversos niveles educativos.**

Se disponía de la experiencia de dos Jornadas análogas previas, desarrolladas en 2003 (*Didáctica de la Química y Vida Cotidiana*) y en 2005 (*Didáctica de la Física y de la Química en los distintos niveles educativos*),

que constituían cierta garantía de éxito en la que se planteaba para este año 2007. El título de la Jornada, celebrada el día 10 de Julio de 2007, fue "*Aprendizaje activo de la Física y de la Química*" y contó con el apoyo y financiación (9900 € en total) de los siguientes organismos: Univ. Politécnica de Madrid, Real Sociedad Española de Química, Foro Química y

Sociedad, Foro Nuclear, I.C.E. de la U.P.M., e Instituto Superior de Formación del Profesorado. Se inscribieron 232 profesores de toda España (pertenecientes a veinte Universidades y cerca de sesenta Institutos de Educación Secundaria) y de países como Portugal, Sudáfrica, México, Estados Unidos y Argentina. El objetivo de la Jornada fue generar una vía para que docentes de distintos entornos pudieran intercambiar experiencias sobre cuestiones relacionadas con el aprendizaje activo de la Física y la Química.



Jornada sobre "Aprendizaje Activo de la Física y la Química"

*III Foro Bienal de Profesores de Física y de Química
en la E.T.S. de Ingenieros Industriales de la U.P.M.*

Madrid, 10 de Julio de 2007

Detalle del tríptico anunciador de la Jornada.



Algunos asistentes a la Jornada celebrada en la ETSI Industriales (11 julio 2007).

Dada su difusión, la actividad contribuyó, además, a la visibilidad de iniciativas (como ésta) apoyadas desde la UPM, como se observa en la dirección:

<http://www.etsii.upm.es/ieducativa/Jornada2007.htm>

- **Preparación de un libro con el título de “Aprendizaje activo de la Física y de la Química”.**

La Jornada antes citada tenía, como su denominación indica, un carácter temporal y, con ello, permitió el conocimiento mutuo de profesores de distintos entornos, pero en un solo día. Sin embargo, fue la culminación de un proceso previo en el que los profesores con mayor inquietud en el tema, presentaron una serie de trabajos que, convenientemente evaluados, se editaron en un libro (Ed. Equipo Sirius, ISBN 978-84-95495-81-5) que se distribuyó entre los asistentes a la Jornada y está disponible comercialmente (en formato papel) y, en formato electrónico, a través de las páginas Web del Grupo (véase la dirección <http://quim.iqi.etsii.upm.es/vidacotidiana/Libro.htm>), para fomentar su divulgación gratuita, pensando especialmente en docentes de España y de países latinoamericanos. El libro incluye 58 trabajos presentados por un conjunto de 146 profesores de diferentes entornos, con un total de 442 páginas. En el Anexo a la Memoria se incluye la portada e índice del libro.

- **Fomento de la divulgación de la Química.**

Conscientes de que la Universidad debe ser un foco de divulgación de conocimiento hacia la ciudadanía y de que los profesores universitarios (en algún momento al menos) deben fomentar los estudios que imparten entre estudiantes de niveles previos y entre el público general, se planteó en su día la **edición de un libro de divulgación rigurosa de la Química en el mundo moderno**. Dicho libro se editó (ISBN 84-2055010-8) a finales de 2006, por los profesores del Grupo G. Pinto, C.M. Castro-Acuña (UNAM, México) y J. Martínez Urreaga, y lleva el título de **“Química al alcance de todos”**. Para su difusión, cuenta con la garantía de haberse publicado en una editorial de reconocido prestigio, como es Pearson-



Portada del libro divulgativo desarrollado por miembros del Grupo.

Educación. En septiembre de 2007 dicho libro fue seleccionado junto con otros cuatro libros (véase la dirección Web: <http://www-ma4.upc.edu/~ros/Trabajos/ACTA.doc>) como finalista del Premio “Ciencia en Acción”, en su séptima convocatoria, dentro de la modalidad de trabajos de divulgación científica en formato papel.

De forma complementaria, también se participó en **actividades de divulgación de la Química entre la ciudadanía en la Semana de la Ciencia** que se celebró en Madrid, entre el 12 y 15 de abril, y donde se colaboró en el pabellón de la Real Sociedad Española de Química (RSEQ). Se contó además con la colaboración de alumnos de Ingeniería Química de la U.P.M., que participaron en el evento y se les compensó con una beca de ayuda (financiada por la RSEQ). De esta forma, los alumnos aprenden “haciendo” y “explicando a otros”, algunos de los “misterios” de la Química.



Algunas imágenes de la participación en la Semana de la Ciencia de 2007.

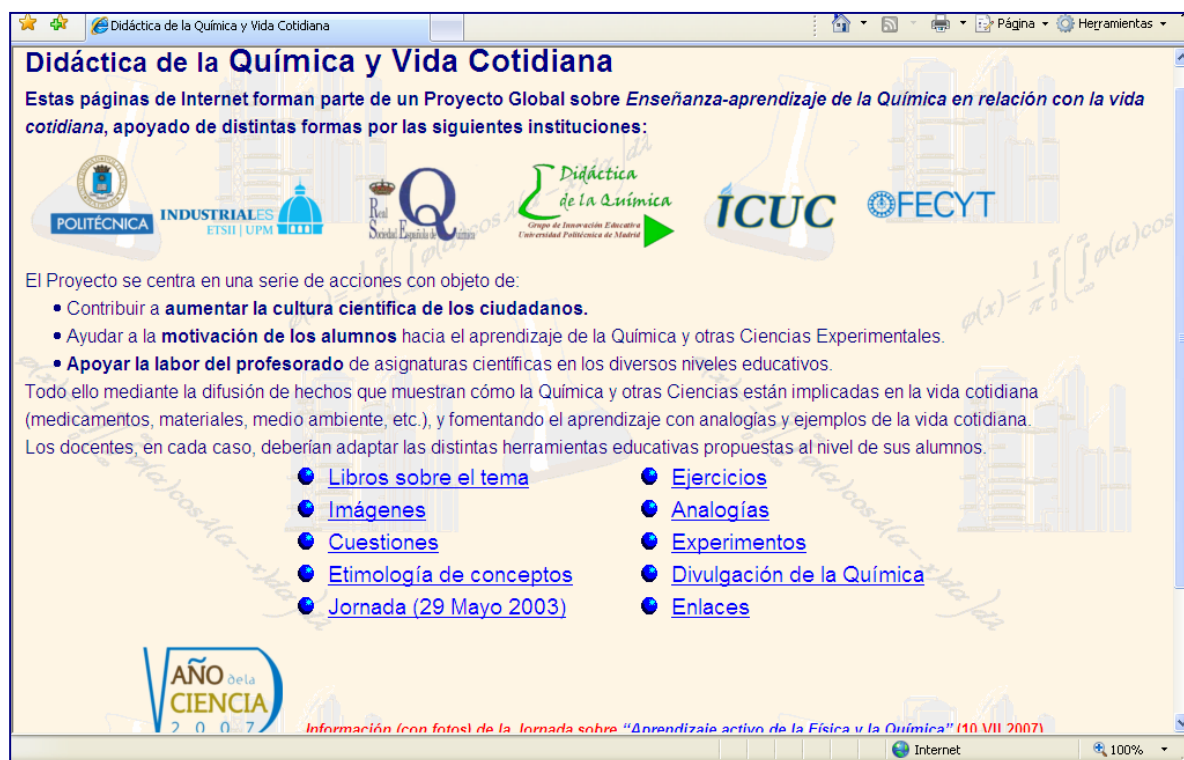
- **Mantenimiento de páginas Web sobre Didáctica de la Química.**

Dentro del Proyecto cuyos resultados se resumen en esta Memoria, se ha renovado y ampliado la información contenida en los siguientes portales educativos:

- <http://quim.iqi.etsii.upm.es/vidacotidiana/Inicio.htm>: Didáctica de la Química y vida cotidiana, donde se recogen analogías, problemas, experimentos e informaciones variadas que ayudan a conectar la Química con diversos aspectos de la vida diaria. Hasta la fecha, esta dirección ha sido visitada en cerca de 50.000 ocasiones

- <http://quim.iqi.etsii.upm.es/CABECERAPAUTA.htm>: Autoaprendizaje de la resolución de problemas de Química a nivel universitario, donde se recogen problemas (con sus soluciones) para el aprendizaje de la Química de primer curso universitario.

- <http://quim.iqi.etsii.upm.es/moles/>: Colección de problemas elaborada por profesores de diversas Universidades bajo la coordinación de la UPM.



Muestra de la portada de una de las direcciones Web que se han mejorado y ampliado con el Proyecto.

• Creación de páginas Web sobre Didáctica de la Química.

Considerando la importancia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), se ha desarrollado un portal Web donde se recoge información de objetivos, actividades y otros aspectos del propio Grupo. Con ello se facilita la cohesión del mismo y la proyección externa de las acciones emprendidas. De hecho, un contador ubicado en la portada, muestra que se ha accedido desde otros países, especialmente latinoamericanos.

La dirección Web es: <http://quim.iqi.etsii.upm.es/didacticaquimica/inicio.htm>.

• Fomento de relaciones con otras instituciones.

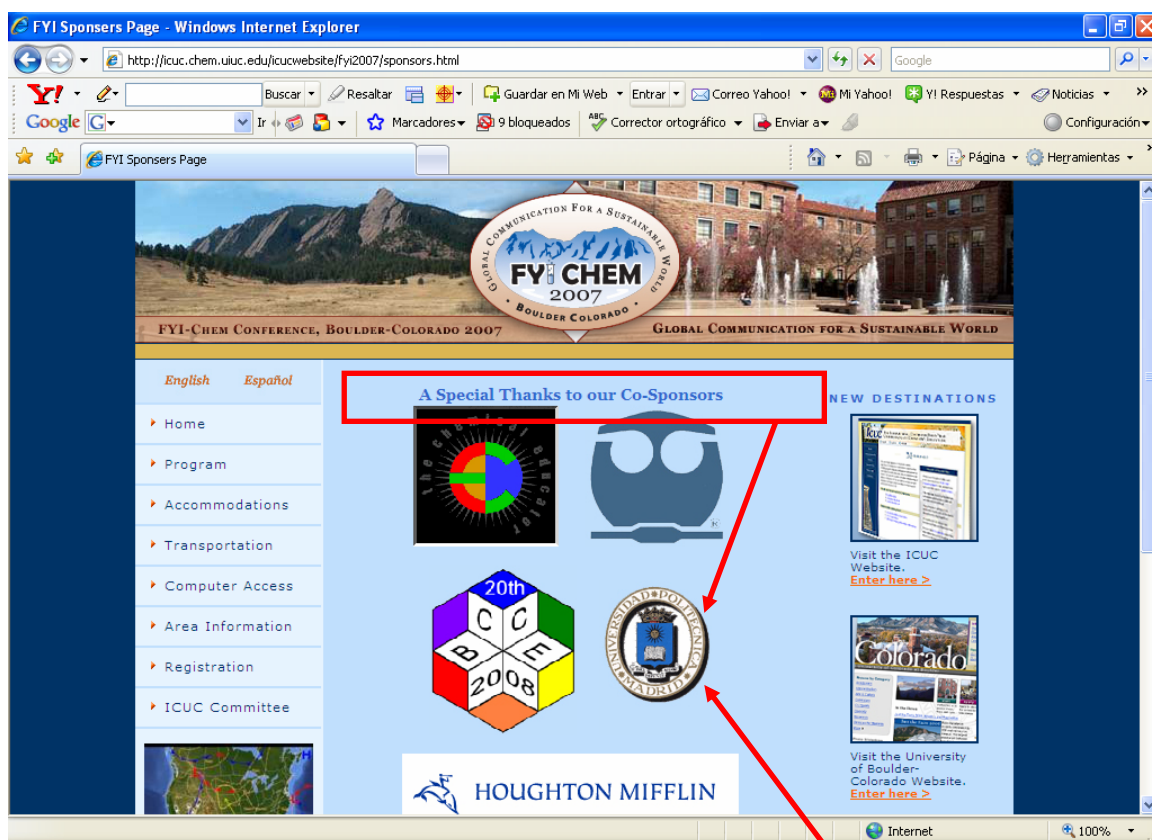
La mejora docente no puede ser (para que sea efectiva y duradera) promovida sólo por un profesor o un grupo de profesores, es necesario (no olvidemos que estamos en un mundo globalizado) que se intercambien pareceres y experiencias entre miembros de

diversos colectivos. A este respecto, mediante comunicaciones electrónicas y asistencia a Jornadas y Congresos, se ha fomentado la colaboración con grupos como la Sección de Didáctica e Historia de la Real Sociedad Española de Química (RSEQ), el *International Center for First-Year Undergraduate Chemistry Education* (ICUC, de carácter internacional y sede en Estados Unidos) y el Proyecto Integral de Educación Química (PIEQ, con sede en Argentina), entre otros.

En este sentido, se destaca la colaboración del Grupo, y con ello de la UPM, en la organización de la *II First-Year Undergraduate Chemistry Education Conference*, celebrada a finales de mayo de 2007 en la Universidad de Colorado en Boulder (Estados Unidos), así como la entrega de premios de este organismo a los alumnos más destacados en asignaturas de Química impartidas en los Centros de los miembros del Grupo.



Portada del portal Web con información del Grupo.



Portada del portal Web con información de la II First-Year Undergraduate Chemistry Education Conference.

Agradecimiento a la UPM por la participación del Grupo en la Conferencia Internacional FYI-Chem

• Difusión de actividades.

Aparte de las Jornadas, Congresos, reuniones, y páginas Web, de las que se han informado en las páginas anteriores, y que han contribuido a la difusión de las actividades del Grupo, en la Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Química, celebrada en septiembre de 2007 en la Universidad de Castilla-La Mancha (Campus de Toledo), se expusieron las líneas generales de la iniciativa de los Grupos de Innovación de la UPM y, concretamente, del que ha realizado el presente proyecto (Didáctica de la Química). El resumen de la aportación se incluye en el Anexo a este informe.

B) Resultados del proyecto para todas las acciones realizadas en él.

B-1) Resultados previstos en la solicitud del proyecto.

En la petición pertinente para solicitar el Proyecto objeto de esta Memoria, realizada en julio de 2006, se contemplaban, de forma esquemática, los siguientes resultados previsibles a alcanzar:

- Uso de organizadores gráficos y medios audiovisuales.
- Uso de recursos informáticos (especialmente para la realización de prácticas).
- Elaboración de Guías Docentes en el contexto del crédito ECTS.
- Elaboración y puesta en práctica de casos prácticos para el aprendizaje basado en problemas (ABP).
 - Análisis de las dificultades que se encuentra en los alumnos para la resolución de problemas de Química.
 - Prácticas de laboratorio para el aprendizaje de los alumnos.
 - Puesta en práctica de experiencias de aprendizaje cooperativo.
 - Desarrollo de seminarios (y otras actividades) para profesores universitarios y de otros niveles educativos.
- Preparación y desarrollo de una Jornada (10 horas de duración), para unos 220 profesores de Física y Química de los diversos niveles educativos.
 - Preparación de un libro con el título provisional de "Aprendizaje activo de la Física y de la Química".
 - Edición de un libro de divulgación rigurosa de la Química en el mundo moderno.
 - Actividades de divulgación de la Química entre la ciudadanía, al menos en la Semana de la Ciencia de Madrid.
 - Mantenimiento de páginas Web sobre Didáctica de la Química.
 - Fomento de relaciones con otras instituciones.

A grandes rasgos, con las explicaciones aportadas en esta Memoria, se aprecia que se han cumplido prácticamente todos los objetivos propuestos.

B-2) Documentación generada

Aparte de los trabajos (artículos, libros y presentaciones en Congresos) que se indican en el apartado D, los documentos principales generados¹ en el desarrollo del Proyecto

¹ Se adjuntan a esta Memoria aquellos documentos que se consideran de especial interés y/o con resultados transferibles a otros ámbitos de la Universidad.

(cursos y seminarios impartidos, jornadas, guías docentes, proyectos, etc.) se pueden consultar en la dirección URL:

<http://www.etsii.upm.es/diquima/didacticaquimica/Webactividades.htm>

C) Formación del personal participante en el desarrollo del proyecto.

El personal del Grupo ha participado durante el tiempo del proyecto, al menos, en las siguientes actividades formativas de innovación educativa:

- Curso/Seminario/Taller: “La energía nuclear: Realidad presente, necesidad futura”.

Fechas de su desarrollo: 8 a 9 de Septiembre de 2006.

Duración: 10 horas.

Centro/Unidad organizadora: Foro Nuclear y Universidad Complutense de Madrid. 8 y 9 de septiembre de 2006. (10 horas).

Asistentes a la acción formativa: J. Albéniz, I. Carrillo.

- Curso/Seminario/Taller: “Nuevas Metodologías Docentes para la Enseñanza de la Química”.

Fechas de su desarrollo: 19 de Octubre de 2006.

Duración: 4 horas.

Centro/Unidad organizadora: ICE de la UPM y GIE de Didáctica de la Química.

Profesorado/Personal que lo ha desarrollado: M.T. Oliver Hoyo y G. Pinto.

Asistentes a la acción formativa: M.I. del Peso, P. Pinilla, S. Miguel, J. Albéniz, R. Barajas, I. Carrillo, C. Reinoso, P. Saavedra, I. Paz.

- Curso/Seminario/Taller: “Competencias comunicativas”

Fechas de su desarrollo: 26 de Octubre de 2006.

Duración: 3 horas.

Centro/Unidad organizadora: ICE de la UPM.

Profesorado/Personal que lo ha desarrollado: M^a Teresa Alañón Rica.

Asistentes a la acción formativa: I. Paz

- Curso/Seminario/Taller: “Dinamización de grupos de innovación educativa”.

Fechas de su desarrollo: 6 y 13 de Noviembre, y 19 de Diciembre de 2006.

Duración: 12 horas.

Centro/Unidad organizadora: ICE de la Universidad Politécnica de Madrid.

Asistentes a la acción formativa: J. Albéniz, R. Barajas, P. Saavedra.

- Curso/Seminario/Taller: “Jornada de formación sobre el Plan de Mejoras dirigido a Comités de Autoevaluación. Área de Planificación y Evaluación de la UPM”.

Fechas de su desarrollo: 22 de enero de 2007.

Duración: 6 horas.

Centro/Unidad organizadora: EUITI Aeronáutica de Madrid. (6 horas).

Asistentes a la acción formativa: J. Albéniz.

- Curso/Seminario/Taller: “Técnicas de Apoyo a la Enseñanza de la Química”.

Fechas de su desarrollo: 15 de Febrero de 2007.

Duración: 4 horas.

Centro/Unidad organizadora: ICE de la UPM y GIE de Didáctica de la Química.

Profesorado/Personal que lo ha desarrollado: S. Miguel y P. Pinilla.

Asistentes a la acción formativa: G. Pinto, P. Pinilla, S. Miguel, M. M. de la Fuente, J. Albéniz, R. Barajas, I. Carrillo, C. Reinoso, P. Saavedra, I. Paz

- Curso/Seminario/Taller: “Mesa redonda sobre Nuevas carreras de ingeniería y arquitectura y su diseño curricular. ¿Qué debe conservarse y qué debe cambiar?”.

Fechas de su desarrollo: 7 de Marzo de 2007.

Duración: 3 horas.

Centro/Unidad organizadora: ICE de la Universidad Politécnica de Madrid.

Asistentes a la acción formativa: J. Albéniz, I. Carrillo.

- Curso/Seminario/Taller: “El Portafolio del Alumno como Instrumento de Evaluación”.

Fechas de su desarrollo: 9 de Mayo de 2007.

Duración: 4 horas.

Centro/Unidad organizadora: ICE de la UPM.

Profesorado/Personal que lo ha desarrollado: profesorado del ICE.

Asistentes a la acción formativa: G. Pinto,

- Curso/Seminario/Taller: “Cómo Hacer Realidad la Voluntad de Renovación Metodológica en la Universidad”.

Fechas de su desarrollo: 22 de Mayo de 2007.

Duración: 8 horas.

Centro/Unidad organizadora: Fundación de Universidades de Castilla y León.

Profesorado/Personal que lo ha desarrollado: F. Michavila y otros.

Asistentes a la acción formativa: G. Pinto.

- Curso/Seminario/Taller: “Creación de mapas conceptuales”.

Fechas de su desarrollo: 21 de Junio de 2007.

Duración: 3 horas.

Centro/Unidad organizadora: ICE de la Universidad Politécnica de Madrid.

Asistentes a la acción formativa: J. Albéniz, P. Pinilla.

- Curso/Seminario/Taller: “Experiencias innovadoras grupales en la docencia universitaria”.

Fechas de su desarrollo: Junio de 2007.

Duración: 8 horas.

Centro/Unidad organizadora: ICE de la Universidad Politécnica de Madrid y EUITI de Madrid.

Asistentes a la acción formativa: I. Carrillo.

- Curso/Seminario/Taller: “Moodle orientado a la enseñanza en modalidad mixta o B-Learning”.

Fechas de su desarrollo: 26 al 28 de Junio de 2007.

Duración: 9 horas.

Centro/Unidad organizadora: ICE de la Universidad Politécnica de Madrid y EUITI de Madrid.

Asistentes a la acción formativa: J. Albéniz, R. Barajas; I. Carrillo, C. Reinoso; P. Saavedra.

- Curso/Seminario/Taller: “Adaptación de Cursos Completos al EEES”.

Fechas de su desarrollo: 21 de Junio a 17 de Septiembre de 2007.

Duración: 40 horas.

Centro/Unidad organizadora: Universidad Politécnica de Madrid.

Profesorado/Personal que lo ha desarrollado: E. Contreras y otros.

Asistentes a la acción formativa: G. Pinto, J. Martínez Urreaga, J. Albéniz, R. Barajas, I. Carrillo, P. Saavedra,

- Curso/Seminario/Taller: “Plataforma AulaWeb: Publicación de Contenidos en Formato SCORM y Módulo de Trabajo Cooperativo en Comunidades”.

Fechas de su desarrollo: 28 de Junio a 2 de Julio de 2007.

Duración: 6 horas.

Centro/Unidad organizadora: ICE de la Universidad Politécnica de Madrid.

Profesorado/Personal que lo ha desarrollado: Raquel Martínez y Ángel García.

Asistentes a la acción formativa: M. M. de la Fuente, J. Martínez Urreaga, I. Paz

- Curso/Seminario/Taller: Aprendizaje Activo de la Física y la Química".

Fechas de su desarrollo: 10 de Julio de 2007.

Duración: 10 horas.

Centro/Unidad organizadora: GIE de Didáctica de la Química y Real Sociedad Española de Química.

Profesorado/Personal que lo ha desarrollado: Todos los miembros del GIE.

Asistentes a la acción formativa: G. Pinto, P. Pinilla, S. Miguel, J. Martínez Urreaga, M. M. de la Fuente, J. Albéniz, R. Barajas, I. Carrillo, C. Reinoso, P. Saavedra, I. Paz

- Curso/Seminario/Taller: "XXIV Jornadas Nacionales sobre Energía y Educación. Desarrollo Energético: Perspectivas Tecnológicas".

Fechas de su desarrollo: 7 a 8 de Septiembre de 2007.

Duración: 10 horas.

Centro/Unidad organizadora: Foro Nuclear y UCM.

Asistentes a la acción formativa: J. Albéniz, I. Carrillo.

- Curso/Seminario/Taller: "Aprendizaje Coopertivo".

Fechas de su desarrollo: 7 a 8 de Septiembre de 2007.

Duración: 10 horas.

Centro/Unidad organizadora: Universidad Politécnica de Madrid (EUIT Aeronáutica).

Profesorado/Personal que lo ha desarrollado: varios.

Asistentes a la acción formativa: P. Pinilla, S. Miguel.

D) Difusión de resultados para todas las actividades realizadas en el proyecto

Aparte de <http://www.etsii.upm.es/diquima/didacticaquimica/Webactividades.htm>, portal Web mencionado anteriormente, se recogen en este apartado los datos de acciones difundidas en relación al Proyecto. Algunas de estas acciones se recogen, bien completas, bien resumidas, en el Anexo a esta Memoria.

D-1) Acciones de difusión realizadas

• Artículos en revistas:

- "Utilización de Mapas Conceptuales para el Aprendizaje de Química a Nivel Universitario", P. Pinilla, S. de Miguel, G. Pinto.

Anuario Latinoamericano de Educación Química, 22, 185-190 (2006-07).

- "Philately and Chemistry". G. Pinto.

Education in Chemistry, 44, 105 (2007).

- "Chemical Education and Sustainable Development: Recommendations of the International ICUC-PIEQ XV Conference". J.M. Abraham, C.M. Castro-Acuña, R. Domínguez-Danache, G. Pinto, P.B. Kelter.

The Chemical Educator, 12, 285-287.

- "A Postage Stamp About the Periodic Table". G. Pinto.

Journal of Chemical Education, *en prensa*.

- "What is in your Bottled Water? See at the Label!". G. Pinto, M.T. Oliver-Hoyo.

Journal of Chemical Education, *enviado para publicar en octubre de 2006*.

- "Using the Relationship between Vehicle Fuel Consumption and CO₂ Emissions to Illustrate Chemical Principles". M.T. Oliver-Hoyo, G. Pinto.

Journal of Chemical Education, *en prensa*.

- "Aportaciones sobre el Aprendizaje Activo de la Química". G. Pinto, P. Escudero, M. Martín Sánchez.

Anales de la Real Sociedad Española de Química, enviado para publicar en septiembre de 2007.

• **Libros:**

- "Química al Alcance de Todos". G. Pinto, C.M. Castro Acuña, J. Martínez Urreaga.
Ed. Pearson Educación, Madrid (2006).

• **Capítulos de libro:**

- "Introducción".

P. Escudero, M. Sánchez, G. Pinto.

Pág. 11-14 del libro "Aprendizaje Activo de la Física y la Química ", Ed. Equipo Sirius, Madrid (2007).

- "Los mapas conceptuales aplicados en asignaturas de química para ingenieros".

P. Pinilla, S. Miguel, G. Pinto.

Pág. 81-88 de *Íbid.*

- "Bebidas autocalentables: ejemplo de aprendizaje activo de conceptos fisicoquímicos".

G. Pinto.

Pág. 137-144 de *Íbid.*

- "Primeros pasos en la implantación del sistema ECTS en la asignatura de fundamentos de Química de la EUITI de la Universidad Politécnica de Madrid".

J. Albéniz, R. Barajas, I. Carrillo, P. Saavedra, C. Reinoso.

Pág. 191-198 de *Ibid.*

- "Adecuación de la metodología docente de asignaturas de química para ingenieros en el nuevo marco educativo".

M. J. Molina, M. C. Matías, G. Pinto, J. M. Alcaraz, J. Martínez, I. Paz, E. Díez, M. M. de la Fuente, J. Quintanilla, A. Fernández, J. Losada

Pág. 199-206 de *Ibid.*

- “La evaluación del conocimiento científico y tecnológico en contextos complejos mediante la utilización de indicadores en el ámbito de los proyectos educativos integrales (PEI)”.

J.M. Abraham, C.M. Castro-Acuña, P.B. Kelter, G. Pinto.

Pág. 419-424 de *Íbid.*

- “Acciones Cooperativas, hacia el Nuevo Sistema ECTS, en la Asignatura Principios de los Procesos Químicos”.

I. Carrillo, P. Saavedra, R. Barajas, C. Reinoso, J. Albéniz.

Pág. 1-11 del libro *IV Jornadas Internacionales de Innovación*. Ed. Universitaria de la Universidad Europea de Madrid, Madrid (2007).

- “Evaluación y Repercusión de la Química en la Asignatura “Talleres de las Ciencias Básicas para la Ingeniería” en los Alumnos de 1er Curso”.

J. Albéniz, I. Carrillo, P. Saavedra, M.T. Hernández, M. C. Reinoso Gómez, M. V. Arévalo, M. R. Cubeiro, R. Barajas.

Pag. 827-833 del libro *15º Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*. Editorial Escuela Universitaria Politécnica de Valladolid (2007).

• **Congresos:**

- “Nuevas Tendencias de la Educación Universitaria Europea: Implicaciones de la Enseñanza de la Química”.

G. Pinto. Conferencia plenaria por invitación.

Reunión Internacional ICUC-PIEQ XV de Educación Química para el Desarrollo Sustentable.

San Luis (Argentina). Del 26 al 28 de Octubre de 2006.

- “Algunas Consideraciones sobre la Divulgación de la Química desde la Universidad”.

J. Martínez Urreaga, G. Pinto, C.M. Castro Acuña.

Reunión Internacional ICUC-PIEQ XV de Educación Química para el Desarrollo Sustentable.

San Luis (Argentina). Del 26 al 28 de Octubre de 2006.

- “New Trends in Learning Structures in European Higher Education: an Opportunity for Encouraging Critical Thinking in Chemistry Students”.

G. Pinto.

International Conference on First-year College Chemistry. Discusión online.
American Chemical Society. Del 29 de Enero al 3 de Febrero de 2007.
<http://www.ched-ccce.org/confchem/2007/a/Pinto%20Paper.htm>

- “Estrategias Educativas, en el Contexto ECTS, Aplicadas en asignaturas de Química de la Titulación de Ingeniero Químico”.

G. Pinto, M.J. Molina, M.C. Matías, M.I. del Peso, M.M. de la Fuente, A. Fernández López, A. Narros, I. Paz, J. Martínez Urreaga.

Jornadas de Intercambio de Experiencias en Innovación Educativa en la UPM.
Madrid. Del 6 al 8 de Febrero de 2007.

- “Real-life Problems to Promote Active Learning in Chemistry”.

G. Pinto, M.T- Oliver-Hoyo. Comunicación oral.

First-Year Undergraduate Chemistry Education International Conference.
University of (Boulder, Colorado, Estados Unidos). Del 29 de Mayo al 1 de Junio de 2007.

- “Los Mapas Conceptuales Aplicados en Asignaturas de Química para Ingenieros”.

P. Pinilla, S. Miguel, G. Pinto.

Jornada de Aprendizaje Activo de la Física y la Química.
Madrid. 10 de Julio de 2007.

- “Bebidas Autocalentables: Ejemplo de Aprendizaje Activo de Conceptos Fisicoquímicos”.

G. Pinto.

Jornada de Aprendizaje Activo de la Física y la Química. Madrid. 10 de Julio de 2007.

- “Primeros pasos en la implantación del sistema ECTS en la asignatura de fundamentos de Química de la EUITI de la Universidad Politécnica de Madrid”.

J. Albéniz, R. Barajas, I. Carrillo, P. Saavedra, C. Reinoso.

Jornada de Aprendizaje Activo de la Física y la Química. Madrid. 10 de Julio de 2007.

- “Adecuación de la metodología docente de asignaturas de química para ingenieros en el nuevo marco educativo”.

M. J. Molina, M. C. Matías, G. Pinto, J. M. Alcaraz, J. Martínez, I. Paz, E. Díez, M. M. de la Fuente, J. Quintanilla, A. Fernández, J. Losada

Jornada de Aprendizaje Activo de la Física y la Química. Madrid. 10 de Julio de 2007.

- "La Evaluación del Conocimiento Científico y Tecnológico en Contextos Complejos mediante la Utilización de Indicadores en el Ámbito de los Proyectos Educativos Integrales".

J.M. Abraham, C.M. Castro Acuña, P.B. Kelter, G. Pinto.

Jornada de Aprendizaje Activo de la Física y la Química. Madrid. 10 de Julio de 2007.

- "Acciones Cooperativas, hacia el Nuevo Sistema ECTS, en la Asignatura Principios de los Procesos Químicos"

I. Carrillo, P. Saavedra, R. Barajas, C. Reinoso, J. Albéniz.

IV Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria.

Publicación: *Proceedings* CD 1-11 (2007). ISBN:84-95433-22-2.

Madrid. Del 12 al 13 de julio de 2007.

- "Evaluación y Repercusión de la Química en la Asignatura "Talleres de las Ciencias Básicas para la Ingeniería" en los Alumnos de 1er Curso".

J. Albéniz, I. Carrillo, P. Saavedra, M.T. Hernández, M. C. Reinoso, M. V. Arévalo, M. R. Cubeiro, R. Barajas.

15º Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas.

Valladolid. Del 18 al 20 de Julio de 2007.

- "Resolución, Entrega y Exposición Oral de Problemas como Herramienta de Aprendizaje en la Asignatura Química Orgánica de la Titulación Ingeniería Técnica Industrial de la EUITI de Madrid".

R. Barajas, C. Reinoso I. Carrillo, J. Albéniz, P. Saavedra

XXXI Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Química.

Toledo. Del 9 al 14 de Septiembre de 2007.

- "¿Es Necesario un Curso de Iniciación antes de Comenzar Ingeniería Técnica Industrial?".

M.T. Hernández, P. Saavedra, I. Carrillo, R. Barajas, J. Albéniz, T. Nieto, C. Reinoso

XXXI Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Química.

Toledo. Del 9 al 14 de Septiembre de 2007.

- "Los Grupos de Innovación Educativa como Iniciativa de la Universidad Politécnica de Madrid: Grupo de Didáctica de la Química".

G. Pinto, P. Pinilla, S. Miguel, M.J. Molina, M.C. Matías, P. Saavedra, I. Carrillo, R. Barajas, F. Collar, V. Díaz.

XXXI Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Química.

Toledo. Del 9 al 14 de Septiembre de 2007.

- "Proyecto de Alumnos Mentores: su influencia en la Adaptación de los Alumnos de Primer Curso a la ETSII-UPM".

G. Pinto, V. Riveira.

Jornada de Innovación Educativa en los Estudios de Ingeniería.

Vigo. 19 de Septiembre de 2007.

D-2) Acciones de difusión pendientes de realizar en los seis próximos meses

Aparte de la edición y corrección de alguno de los artículos señalados en el apartado anterior, y que están siendo evaluados por los editores en la actualidad, se considera la participación en un próximo Congreso, para presentar la ponencia:

- "Elementos de la Vida Cotidiana para el Aprendizaje de la Química: Ejemplos y Resultados".

G. Pinto.

IV Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia. Aceptada.

Consejo Superior de investigaciones Científicas.

Madrid. Del 21 al 23 de Noviembre de 2007.

E) FINANCIACIÓN GLOBAL DE LAS ACCIONES INCLUIDAS EN EL PROYECTO:

Gasto realizado hasta la fecha

	Con cargo a la subvención de la convocatoria	Con cargo al presupuesto de los Centros	Con cargo al presupuesto de otros organismos*
Capítulo II			
Capítulo VI: Ordenador	800		
Becarios	1503		
Otros (especificar):			
- Ayuda visita Prof. extranjero	304		4200
- Congreso Boulder	1589	275	
- Congreso Zamora	373		
- Congreso Toledo	550		90
- Organización Jornada 11 Jul.	2910		7890
- Organización Jornada 12 Jul.	359		105
- Complementos informática	403		
- Varios (inscripciones a Congresos, reactivos, fotocopias, transporte, consumibles informática y otros)		825	

* Otros organismos que financiaron:

UPM (ayudas a Congresos Internacionales organizados por la UPM):	1500 €
Foro Nuclear:	600 €
Instituto Superior de Formación del Profesorado:	3000 €
Real Sociedad Española de Química:	600 €
<i>North Carolina State University:</i>	4200 €
Foro Química y Sociedad:	900 €
Departamentos de la UPM implicados:	1100 €

Total gasto:	22176 €
Total gasto con cargo a la subvención del Proyecto:	8791 €
Total asignado al Proyecto:	8803 €

Gastos previstos hasta el 15 de Noviembre

	Con cargo a la subvención de la convocatoria	Con cargo al presupuesto de los Centros	Con cargo al presupuesto de otros organismos*
Capítulo II			
Capítulo VI			
Becarios			
Otros (inscripción Congreso)		250	

F) AUTOEVALUACIÓN

F-1) Calificación, de 0 (mínima puntuación) a 10 (máxima puntuación), de los siguientes aspectos:

- Cumplimiento de las expectativas previstas: 9,5
- Satisfacción por los resultados: 8,5
- Interés por continuar desarrollando y profundizando en los objetivos del Proyecto: 9,0
- El Proyecto ha servido para reforzarse como Grupo de Innovación Educativa. 8,0

F-2) Jornadas Innovación Educativa – UPM.

¿Estaría interesado en exponer en una próxima Jornada de Innovación Educativa algún resultado o experiencia derivada del Proyecto? Sí

Posible título y breve resumen:

“Metodologías docentes para fomentar el aprendizaje activo de la Química”.

El proceso de creación del EEES y aspectos asociados al mismo, como el modelo de crédito ECTS, se consideran una oportunidad para la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje de la Química en los primeros cursos de Ingenierías. En concreto, se muestran ejemplos de experiencias de aprendizaje cooperativo, evaluación continua, aprendizaje basado en problemas y uso de mapas conceptuales.

F-3) Descripción de cómo se ha realizado la autoevaluación del Proyecto.

A través de las reuniones de los profesores del Grupo, descritas en anteriores epígrafes, y por intercambio de opiniones a través de correo electrónico y las páginas Web del Grupo.

F-4) Descripción breve de las principales conclusiones y sugerencias para próximas convocatorias de Proyectos de Innovación educativa.

Los resultados obtenidos, resumidos en este documento, se han desarrollado según los planes previstos en un principio. Tanto estos resultados como las perspectivas de trabajo que han generado, permiten concluir que se cumplieron óptimamente todos los objetivos planteados. Para otras convocatorias análogas, la única sugerencia es que se mantengan y, de ser posible, se incrementen, para favorecer el respaldo institucional a la innovación educativa dentro de la UPM.

ANEXO:

Se recogen las principales publicaciones (en algún caso sólo el resumen) en revistas, libros y actas de congresos relacionados con el trabajo llevado a cabo con el Proyecto.

- Pág. 33: Artículo titulado “Utilización de mapas conceptuales para el aprendizaje de Química a nivel universitario”, por P. Pinilla, S. de Miguel, G. Pinto, publicado en *Anuario Latinoamericano de Educación Química*, Vol. 22, 185-190 (2006-07).

- Pág. 37: Trabajo presentado por J. Martínez Urreaga, G. Pinto y C. M. Castro Acuña, titulado “Algunas consideraciones sobre divulgación de la Química desde la Universidad”, en la Reunión Internacional ICUC-PIEQ XV de Educación Química para el desarrollo Sustentable, celebrada en San Luis (Argentina), entre el 26 y el 28 de octubre de 2006.

- Pág. 40: Trabajo presentado por G. Pinto, titulado “Nuevas tendencias en la educación universitaria europea: implicaciones en la enseñanza de la Química”, en la Reunión Internacional ICUC-PIEQ XV de Educación Química para el desarrollo Sustentable, celebrada en San Luis (Argentina), entre el 26 y el 28 de octubre de 2006.

- Pág. 46: Trabajo titulado “Using the Relationship Between Vehicle Fuel Consumption and CO₂ Emissions to Illustrate Chemical Principles”, por María T. Oliver Hoyo, G. Pinto, enviado para publicación al *Journal of Chemical Education*.

- Pág. 47: Trabajo titulado “Using the Relationship Between Vehicle Fuel Consumption and CO₂ Emissions to Illustrate Chemical Principles”, por, G. Pinto, María T. Oliver Hoyo, enviado para publicación al *Journal of Chemical Education*.

- Pág. 48: Trabajo presentado por G. Pinto, María T. Oliver Hoyo, titulado “Real-life problems to promote active learning in Chemistry”, presentado en el Congreso *II First-Year Undergraduate Chemistry Education Conference*, celebrado entre el 30 de mayo y el 1 de junio de 2007 en la Universidad de Colorado en Boulder (Estados Unidos).

- Pág. 49: Trabajo titulado "Philately and Chemistry", por G. Pinto, publicado en *Education in Chemistry*, Vol. 44, 105 (2007).

- Pág. 50: Trabajo presentado, por G. Pinto, P. Pinilla, S. Miguel, M.J. Molina, M.C. Matías, P. Saavedra, I. Carrillo, R. Barajas, F. Collar, y V. Díaz, titulado "Los grupos de innovación educativa como iniciativa de la Universidad Politécnica de Madrid: Grupo de Didáctica de la Química", en el Congreso XXXI Reunión Bienal de la Real Sociedad Española de Química, celebrado en septiembre del 9 al 14 de septiembre de 2007 en la Universidad de Castilla-La Mancha en Toledo.

- Pág. 51: Trabajo presentado por G. Pinto, titulado "New trends in learning structures in European Higher Education. An opportunity for encouraging critical thinking in Chemistry students" presentado en la International Conference on First-Year College Chemistry, celebrada del 29 de enero al 4 de febrero de 2007, en modalidad *online*, organizada por la *American Chemistry Society*.

- Pág. 52: Libro editado sobre "Aprendizaje Activo de la Física y la Química", editorial Equipo Sirius, ISBN 978-84-95495-81-5, Madrid (2007).

UTILIZACIÓN DE MAPAS CONCEPTUALES PARA EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA A NIVEL UNIVERSITARIO

Paz Pinilla^a, Santiago de Miguel^a y Gabriel Pinto^b
^aE.T.S. de Ingenieros Navales, ^bE.T.S. de Ingenieros Industriales
Universidad Politécnica de Madrid,
Avenida Arco de la Victoria s/n, 28020 Madrid, España (paz.pinilla@upm.es).

Abstract

After an introduction to concept maps, this paper describes a study on the use of these learning tools in general Chemistry for Engineers to enhance student learning. According to the appreciation of teachers involved on this activity, the concept mapping has a positive effect on student learning and the students are believed more motivated.

Resumen

En este trabajo se introducen brevemente las características principales de los mapas conceptuales como herramienta educativa para cursos de Química de alumnos de Ingeniería. De acuerdo con la opinión de los profesores implicados, los alumnos (aún con grandes diferencias en los resultados entre ellos) aprenden de forma algo más efectiva.

Introducción

Está ampliamente admitido que las representaciones visuales utilizadas para la comunicación y asimilación de ideas son de gran utilidad para el aprendizaje de las Ciencias Experimentales. Entre otros organizadores gráficos, algunos de los más utilizados son los mapas conceptuales, la V heurística (también conocida como la “V de Gowin”) y las bases de orientación (Sanmartí, 2002). En este trabajo se exponen algunos resultados obtenidos sobre la realización de mapas conceptuales con alumnos de Química General y Química Inorgánica de primer curso universitario, de las titulaciones de Ingeniero Naval e Ingeniero Químico, respectivamente, que se imparten en la Universidad Politécnica de Madrid. Con carácter introductorio, para el lector que no esté habituado con esta herramienta educativa, se ofrece una breve explicación inicial, con referencias bibliográficas.

Características de los mapas conceptuales

Los mapas conceptuales (MC) son una herramienta educativa que permiten representar gráficamente el conocimiento, basada fundamentalmente en conceptos y proposiciones. Fueron ideados en la década de los 70 por Joseph N. Novak, quien profundizó en su uso con la colaboración de D.B. Gowin (Novak, Gowin, 1988), basándose en las teorías del aprendizaje significativo de David Ausubel. Según estas teorías, el aprendizaje de nuevo conocimiento depende de lo que ya se sabe: se aprende por construcción de “redes” de conceptos y, para aprender significativamente, se deben relacionar los nuevos conceptos con los relevantes ya conocidos. En otras palabras, hay aprendizaje significativo cuando el conocimiento percibido se integra con las ideas previas, se comprende su utilidad real o se le asigna una utilidad nueva, asimilando ese conocimiento de forma definitiva (Ausubel et al., 1983).

En este punto, es importante resaltar las palabras del Prof. Abarca Fernández: *“Queremos llamar la atención, en primer lugar, contra cualquier tentación de ver “la solución” a los problemas de enseñanza/aprendizaje de las Ciencias en los planteamientos constructivistas, hoy en auge, y cuya terminología pretendemos interpretar. Se corre, efectivamente, el peligro de que se conviertan en un nuevo eslogan superficial e ineficaz, y que, por tanto, impidan la mejora del aprendizaje. Si algo comienza a estar claro hoy, precisamente, es la necesidad de romper con la idea ingenua, pero extraordinariamente extendida, de que enseñar es fácil: cuestión de personalidad, de sentido común o... de encontrar la receta adecuada para acabar con la enseñanza tradicional”* (Abarca Fernández, 2006).

Los MC son diagramas en los que se muestran varias informaciones clasificadas y relacionadas. Su objeto principal es presentar relaciones significativas entre conceptos (ideas o palabras clave) en forma de proposiciones (frases establecidas mediante relaciones entre conceptos), a través de conexiones (líneas trazadas entre los conceptos asociados). Así pues, las relaciones se representan mediante una serie de flechas que ponen de manifiesto las dependencias, similitudes y diferencias entre conceptos, así como su ordenación jerárquica (Lanzing, 1997, Anderson-Inman, Zeitz, 1994). Cada MC define claramente la idea central y permite establecer la relación entre ideas de una forma más clara.

Un MC representa el estado de conocimiento, en un momento dado, de una persona o de un grupo y sirven, por tanto, para representar el propio proceso de construcción del conocimiento (Beirute, 2006). No por usar los MC un alumno tendrá conocimiento extenso de un tema; los MC ponen de manifiesto lo que se conoce y evidencian lo que queda por aprender e, incluso, sus resultados presentan diversos matices, no siendo un fin en sí mismo sino una herramienta que permite el desarrollo de habilidades (Rodríguez Rojas, 2006).

Para elaborar un MC es necesario: identificar y seleccionar los conceptos relevantes, establecer una jerarquía entre ellos (distinguiendo entre los generales y los particulares) y, como se indicó anteriormente, 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”) o palabras-conector que dan sentido a las proposiciones. Un concepto puede estar relacionado con otros varios. La organización final debe facilitar la lectura y ser visualmente atractiva.

Los MC pueden servir como una clave fundamental para que el profesor siga el mejor camino para comunicar una serie de conceptos. También se puede utilizar para ayudar al profesor a explicar por qué 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. La percepción de todo un conjunto de relaciones facilita la atención. En resumen, los MC son útiles tanto para los alumnos, que “aprenden a aprender” (Cardellini, 2004), como para los profesores (Novak, 1990).

Entre otros aspectos, los MC sirven para: facilitar la rápida visualización de contenidos y la visión global del tema por parte de alumnos y profesores, favorecer el recuerdo (se añade la potencialidad de la memoria visual), permitir la detección rápida de los conceptos clave y de las relaciones existentes entre ellos, posibilitar la investigación de conocimientos ya sabidos y de integrar nuevas adquisiciones, y facilitar la evaluación de los procesos educativos por comparación de MC elaborados en distintos momentos del aprendizaje (Sierra, 2004).

Dentro de su variedad, normalmente para elaborar adecuadamente un MC se sugiere seguir los siguientes pasos: (i) subrayar las palabras o conceptos claves, realizar un listado de conceptos e incluirlos en el MC, (ii) agrupar los conceptos por niveles (genéricos o específicos), (iii) escribir los conceptos de forma jerarquizada y escribir las palabras-enlace entre conceptos representándolas a través de líneas elaborando frases con sentido, (iv) revisar el MC para incluir relaciones cruzadas, y (v) escribir un título y subtítulo del MC que permita explicar lo que se pretende representar.

Uso de mapas conceptuales para el aprendizaje de Ciencias Experimentales

Si bien la forma de organizar conocimiento mediante MC es una técnica de enseñanza y estudio que se utiliza en los distintos niveles educativos, desde la educación infantil a la universitaria, sólo está ampliamente utilizada, a nivel global, en los niveles educativos de educación primaria y (no ya en tanta medida) en los de educación secundaria. De hecho, los MC, bien elaborados bien semielaborados, aparecen como un epígrafe más de los libros de texto de esos niveles educativos.

En la enseñanza universitaria, si bien no está muy extendido su uso, cada vez es más habitual la utilización de MC de diversas maneras y para diferentes objetivos. Al respecto, se emplea en materias como Física (Pérez Rodríguez et al., 2006), Fisicoquímica (Fernández de Aránguiz et al., 2005), Ingeniería Química (Muryanto, 2006) y Química (Regis et al., 1996, Nicoll et al., 2001, Pinto et al., 2005).

Dada la complejidad que puede conllevar, especialmente en niveles universitarios, la elaboración de MC, existen herramientas que permiten no sólo su realización, sino la discusión en grupo, a nivel virtual, de forma gratuita.

En este sentido, destaca el programa informático *CMap Tools*, desarrollado por el *Institute of Human and Machine Cognition* de la Universidad de Florida (CMap Tool, 2006).

Resultados obtenidos en la utilización de mapas conceptuales en la práctica docente

Como se indicó anteriormente, los autores de este trabajo venimos desarrollando desde hace unos años una serie de experiencias sobre la utilización de los MC en la práctica docente de asignaturas de Química que se imparten en la Universidad Politécnica de Madrid. Así, en la E.T.S. de Ingenieros Navales se ha utilizado la técnica de elaboración de MC con los alumnos, como forma de trabajo individual, elaborando un mapa conceptual por cada tema de la asignatura de Química de primer curso y manejarlos como herramienta para fomentar el aprendizaje significativo. Además, se fomenta la utilización de instrumentos de trabajo para poder crearlos, como el ya citado programa *CMap Tool*. De cada tema se seleccionan los mapas más completos y los alumnos comparten el trabajo realizado. Aunque, como se indicó anteriormente, lo importante no es el MC en sí, sino como medio de aprendizaje, se incluye un mapa conceptual (Figura 1) realizado por un alumno en el año 2006, a modo de ejemplo.

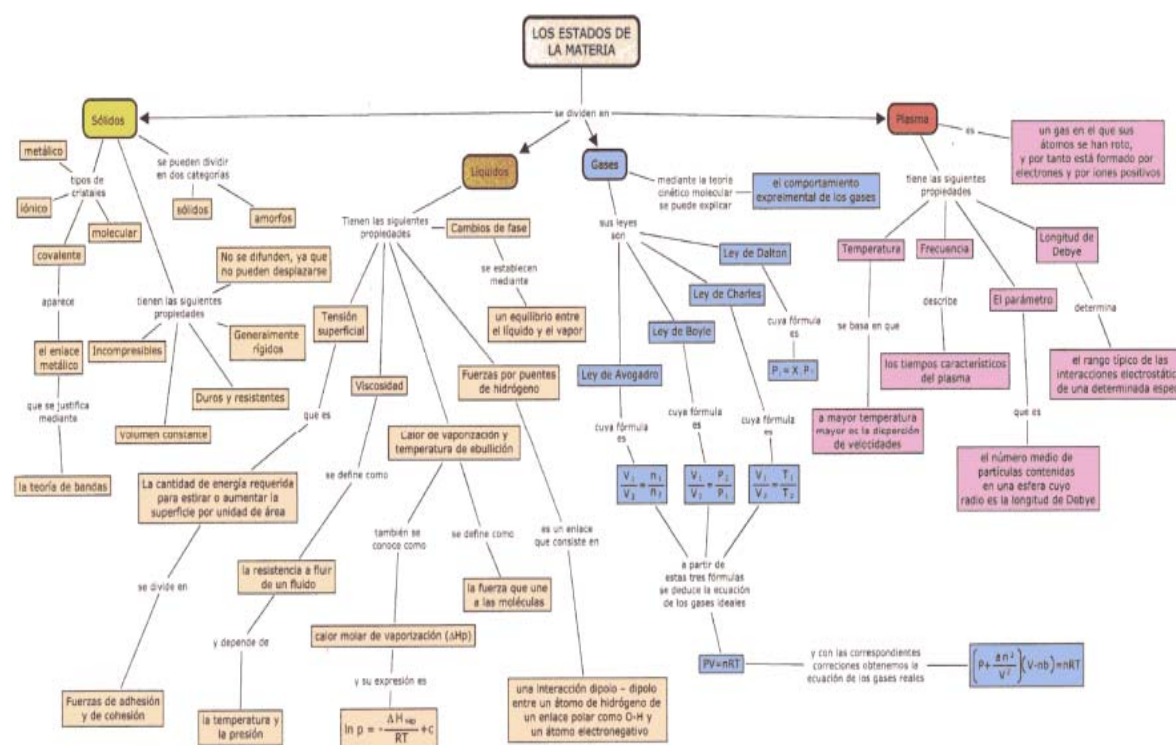


Figura 1. Ejemplo de mapa conceptual, elaborado en 2006 por un alumno (R.Denche) de primer curso de Ingeniería Naval sobre le tema de Los Estados de la Materia.

En la E.T.S. de Ingenieros Industriales se desarrolla la elaboración de MC como una técnica de trabajo cooperativo en la que los alumnos, agrupados en equipos de tres personas, deben realizar, con el asesoramiento del profesor, un MC por cada tema de la asignatura de primer curso de Química Inorgánica. En la Figura 2 se muestra un ejemplo de MC desarrollado por uno de los equipos de trabajo en el año 2006. Una vez finalizado el curso 2005/06 se preguntó a los alumnos (un total de 50 respondieron al cuestionario) si apreciaban esta herramienta de utilidad para su aprendizaje, tanto para ellos como para el resto de sus compañeros; las respuestas obtenidas se resumen en la Tabla 1.

Tanto los resultados obtenidos en las valoraciones de los alumnos como la observación de la práctica del desarrollo de los MC durante el curso demuestran que, globalmente, no son especialmente apreciados por los alumnos. A este respecto, se señala que quizá se incidió poco en la preparación de los alumnos, pensando que era suficiente con remitirles a referencias adecuadas y asesorándoles puntualmente. Sin embargo, la preparación de los alumnos en esta técnica, para la mayoría innovadora y que sólo

recordaban vagamente de sus estudios de niveles anteriores al Bachillerato, debe ser importante; por ejemplo, Regis y colaboradores indican que en sus clases de Química deben emplear entre cuatro y cinco sesiones de una

hora para que sus alumnos aprendan a construir los MC (Regis et al., 1996). Un dato importante es que hay un porcentaje significativo de alumnos que piensan que la herramienta es de utilidad pero, además, es curioso que la opinión favorable hacia esta herramienta educativa es más favorable cuando los alumnos piensan, no en sí mismos sino en sus otros compañeros. Parece que los alumnos están acostumbrados, en asignaturas como la de Química Inorgánica, a “memorizar” datos y obtenciones químicas, y todo lo que significa un cierto grado de “aprendizaje activo” lo valoran como “sobreesfuerzo”, sin resultado inmediato. Por otra parte, el aporte de claridad de ideas, el refuerzo de comprensión y la ayuda para recordar lo aprendido que aportan los MC no es fácil de apreciar de forma inmediata por los alumnos.

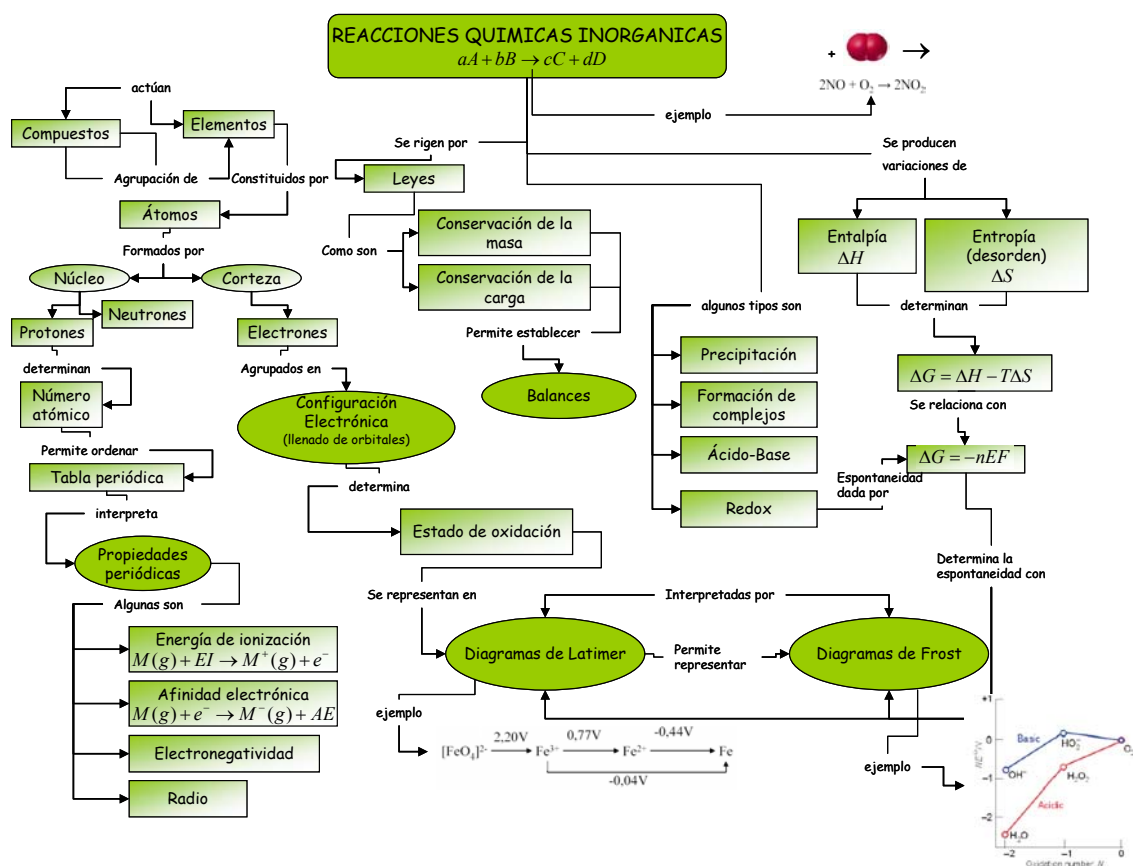


Figura 2. Ejemplo de mapa conceptual, elaborado en 2006 por alumnos (I. Peña, Y. Ramírez y M. Pérez) de primer curso de Ingeniería Química, sobre el tema de Introducción a la Química Inorgánica.

Tabla 1. Respuestas a los alumnos (curso 2005/06) al grado de acuerdo sobre la utilidad de la elaboración de mapas conceptuales para el aprendizaje de la asignatura de Química Inorgánica.

	Grado de acuerdo sobre la utilidad de los mapas conceptuales (en % de respuestas)				
	Nada	Poco	Medianamente	Bastante	Totalmente
A nivel personal	30	24	24	16	6
A nivel de grupo	24	20	26	24	6

En todo caso, es importante apreciar (ver Tabla 1) que es importante el porcentaje de alumnos que aprecian esta herramienta educativa para su aprendizaje, y mayor todavía el porcentaje que entiende que es de utilidad al conjunto del grupo. Tanto esto, como las apreciaciones de los profesores sobre los

resultados finales (difíciles de cuantificar), nos permite animarnos a continuar con la construcción de MC como herramienta educativa, introduciendo mejoras que se comentarán en futuras contribuciones. Además, se anima

desde aquí a otros colegas a implementar la utilización de los MC en su práctica docente de materias de Química.

Agradecimiento

Los autores desean agradecer la financiación del trabajo a la Universidad Politécnica de Madrid, a través del proyecto de *Nuevas metodologías para la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje de la Química (2006-2007)*.

Referencias Bibliográficas.

1. Sanmartí N. "Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Educación Secundaria Obligatoria", Ed. Síntesis Educación, Madrid, **2002**.
2. Novak J.D., Gowin D.B. "Aprendiendo a aprender", Ed. Martínez Roca, Barcelona, **1998**.
3. Ausubel D.P., Novak J.D., Hanesian H. "Psicología educativa: un punto de vista cognitivo", Ed. Trillas, México, **1983**.
4. Abarca Fernández R. "Vocabulario de nuevo enfoque pedagógico", en la dirección de Internet (accesible en noviembre de 2006): <http://www.ucsm.edu.pe/rabarcaf/vonuep00.htm>
5. Lanzing J.W.A. "The concept mapping homepage". Disponible en la dirección de Internet (accesible en noviembre de 2006): http://users.edte.utwente.nl/lanzing/cm_home.htm, desde 1997.
6. Anderson-Inman L., Zeitz L. "Computer Based Concept Mapping: Active Studying for Active Learners", *The Computing Teacher*, **1994**, Vol. 21 (8), 21-25.
7. Beirute L., "Reflexiones teóricas para la implementación de estrategias metodológicas que faciliten la construcción de mapas conceptuales profundos", en *Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping*, A.J. Cañas, J.D. Novak, Eds., San José, Costa Rica, 2006.
8. Rodríguez Rojas M.A. "Mapas conceptuales en las aulas panameñas: aptitud para cambiar actitud", *Ibid.*, 2006.
9. Cardellini L. "Conceiving of concept maps to foster meaningful learning: an interview with Joseph D. Novak", *Journal of Chemical Education*, **2004**, Vol. 81 (9), 1303-1308.
10. Novak J.D. "Concept mapping: a useful tool for science education", *Journal of Research in Science Teaching*, **1990**, Vol. 27 (19), 705-712.
11. Sierra J. "Concept map tools: una herramienta para aprender a enseñar y para enseñar a aprender colaborativamente", en el IV Congreso Internacional Virtual de Educación, **2004**. Disponible en la dirección de Internet (accesible en noviembre de 2006): <http://www.cibereduca.com>
12. Pérez Rodríguez A.L., Suero López M.I., Pardo Fernández, P.J., Montanero Fernández M. "Utilización de mapas conceptuales para mejorar los conocimientos relativos a la corriente eléctrica continua mediante su reconstrucción colaborativa", en *Proceedings of the Second International Conference on Concept Mapping*, A.J. Cañas, J.D. Novak, Eds., San José, Costa Rica, 2006.
13. Fernández de Aránguiz M.Y., Berraondo M.R., de la Torre S. "Mapas conceptuales en prácticas abiertas de Físicoquímica", en *Didáctica de la Física y la Química en los distintos niveles educativos*, Pinto G. Ed., Ed. Sección de Publicaciones ETSI Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, **2005**.
14. Muryanto S. "Concept mapping: an interesting and useful learning tool for Chemical Engineering laboratories", *International Journal of Engineering Education*, **2006**, Vol. 22, 979-985.
15. Regis A., Albertazzi P.G., Roletto E. "Concept maps in Chemistry education", *Journal of Chemical Education*, **1996**, Vol. 73 (11), 1084-1088.
16. Nicoll G., Francisco J., Kakhleh M. "An investigation of the value of using concept maps in General Chemistry", *Journal of Chemical Education*, **2001**, Vol. 78 (8), 1111-1117.
17. Pinto G., Chávez A., Yunqi L., Xu J. "Estrategias educativas centradas en los alumnos para el aprendizaje de Química en niveles universitarios", *Anales de la Real Soc. Española de Química*, **2005**, 101 (3), 37-43.
18. CMap Tool desarrollado en la Universidad de Florida, en la dirección de Internet (accesible en noviembre de 2006): <http://cmap.ihmc.us/>

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA DIVULGACIÓN DE LA QUÍMICA DESDE LA UNIVERSIDAD

Joaquín Martínez Urreaga^a, Gabriel Pinto^a y Carlos Mauricio Castro Acuña^b

^aUniversidad Politécnica de Madrid (España)

^bUniversidad Nacional Autónoma de México (México)

Palabras clave: divulgación de la Química, Universidad y sociedad

1. INTRODUCCIÓN

Puede considerarse que uno de los paradigmas de finales del siglo pasado era la existencia de una “sociedad de la información”; en la actualidad, uno de los paradigmas esenciales es la “sociedad del conocimiento”. Las funciones implícitas de las Facultades técnicas y científicas, como son los Centros de los autores del trabajo, comprende aspectos relacionados con Investigación, Desarrollo e Innovación tecnológica (generando patentes y publicaciones, participando en proyectos y cooperando con las empresas) y con la Educación (entre otros aspectos, se necesitan técnicos e investigadores).

Especialmente relacionados con el rol educativo, se puede afirmar que el conjunto de problemas de la educación científico-técnica hace que podamos hablar incluso de crisis. Entre otros problemas, se destacan:

- Cada día, a nivel global, se matriculan menos alumnos en los estudios científicos y en muchas carreras técnicas.
- Hay una sensación, bastante generalizada, de que la formación de los alumnos que llegan a esas carreras es deficiente.
- Algunos de los científicos y tecnólogos formados emigran a otros países.

Parece que está bien admitido que los docentes universitarios deben, por una parte, realizar cambios sustanciales en la forma de enseñar, pero también, por otra parte, es necesario implicarse, más activamente que hasta ahora, en la educación científico-tecnológica de la sociedad. Entre otras razones para esta afirmación se citan:

- Una de las causas del escaso interés de los jóvenes por las carreras científico-técnicas es que esos estudios y conocimientos están escasamente valorados en la sociedad.
- La escasa valoración de la Ciencia y la Tecnología en la sociedad explica también que se dediquen escasos recursos a la investigación en un buen número de países.
- Vivimos en un mundo que cada vez está más tecnificado, en el que Ciencia y Técnica son cada vez más importantes. Por ello, el desconocimiento es causa de merma de nuestra libertad.

En este sentido, en este trabajo se muestra un ejemplo de cómo un equipo de tres docentes universitarios de la Universidad Politécnica de Madrid (España) y de la Universidad Nacional Autónoma de México (México) ha unido esfuerzos para generar una obra de divulgación de la Química.

2. LA UNIVERSIDAD Y LAS OBRAS BIBLIOGRÁFICAS DIRIGIDAS AL PÚBLICO NO ESPECIALIZADO

Tradicionalmente, desde la Universidad se han escrito pocas obras de divulgación científico-técnica porque:

- Transmitir la Ciencia al público en general no se ha considerado una función de este tipo de instituciones.
- Escribir estas obras no supone prestigio ni méritos para la carrera docente.
- Supone un esfuerzo especial porque hay que prescindir del lenguaje científico.

Sin embargo, la situación está cambiando, debido principalmente a que nuestro mundo es cada vez más técnico, la Ciencia es cada día más importante y hay más gente que demanda información. Además, desde la Universidad, se siente la necesidad de “comunicar” con la sociedad, para aclarar lo que es la Ciencia y acabar con la mala imagen que se transmite a menudo desde ciertos medios de comunicación.

De entre las diferentes herramientas disponibles para la divulgación (conferencias, cursos, páginas Web...), la publicación de libros está experimentando un importante auge. Por ejemplo en México el *Fondo de Cultura Económica* ha publicado la serie “La Ciencia para Todos” que ya cuenta con más de 200 títulos. Otro ejemplo de obra para todos los públicos lo constituye la serie “Ciencias al alcance de todos” que está editando *Pearson Educación* y cuyo texto “Química al alcance de todos” ha sido escrito por los autores de este trabajo. Para este libro se ha elegido un carácter híbrido entre un libro de texto y un libro de pura divulgación. Se promueve el aprendizaje de los fundamentos de Química (qué es, qué problemas trata, herramientas que utiliza y resultados que ofrece), pero incidiendo en lo que significa en nuestras vidas (destacando su importancia en Biología, energía, medio ambiente, alimentación..., así como para responder a cuestiones como ¿por qué las cosas funcionan así?). No se utilizan fórmulas complejas, o ecuaciones matemáticas, pero no se renuncia al rigor y se evitan simplificaciones inaceptables.

El citado texto posee capítulos directamente dedicados a la vida cotidiana, como Química de la atmósfera, pero también capítulos “clásicos”, como Cinética química o Química Orgánica, aunque en todos ellos se busca relacionar la Química con la experiencia propia del lector. Se pretende que pueda ser interesante y útil para quien no ha estudiado nada de Química, pero también para quien tiene una formación muy teórica. Por ejemplo, en el capítulo de Cinética química se indica cómo se mide la velocidad de las reacciones químicas y se analizan los factores que influyen en ella (temperatura, concentraciones y catalizadores) y los mecanismos de reacción. Pero, además, se da respuesta a preguntas como ¿por qué nuestra temperatura corporal debe estar entre 35 y 42 °C? o se explica cómo un catalizador liberado por el escarabajo bombardero permite acelerar la reacción $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ (gas) para generar un chorro de alta presión y temperatura que permite disuadir a los depredadores.

Cabe mencionar finalmente que la realización de este trabajo es un ejemplo de utilización de las nuevas tecnologías de la información y comunicación (tratamiento informático de textos, correo electrónico, etc.). Sin ellas, la tarea de realizar este trabajo entre profesores de dos continentes hubiera sido mucho más compleja.

AGRADECIMIENTO

Se agradece la financiación de este trabajo por la Universidad Politécnica de Madrid, a través de las Convocatoria de Ayudas a la Innovación Educativa en el marco del proceso de implantación del Espacio Europeo de Educación Superior 2006. También se agradece a la editorial Pearson Educación por ofrecernos la oportunidad de la edición del libro “Química al alcance de todos”.

NUEVAS TENDENCIAS DE LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA EUROPEA: IMPLICACIONES EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

Gabriel Pinto

Departamento de Ingeniería Química Industrial y del Medio Ambiente
E.T.S. de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid
gabriel.pinto@upm.es

Resumen: Dos iniciativas, la Declaración de Bolonia y el crédito ECTS (Sistema de Transferencia y Acumulación de Créditos Europeo), entre otros aspectos, están provocando un cambio radical (conocido como “Proceso de Bolonia”) de la educación universitaria en Europa. El objetivo general de estos cambios es implementar un sistema comparable de procesos, créditos y evaluaciones, transferibles entre las universidades de todo el continente para el año 2010. En este trabajo se analizan estas dos iniciativas, así como su impacto en la metodología del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química de los primeros cursos universitarios. Entre otros aspectos, se destaca la utilización problemas y casos de la vida cotidiana para promover el pensamiento crítico de los alumnos.

1. INTRODUCCIÓN: EL PROCESO DE BOLONIA

En 1998, los ministros responsables de la educación superior de Alemania, Francia, Italia y Reino Unido firmaron la Declaración de la Sorbona, en conmemoración del octavo centenario de dicha Universidad, en la que se proponía la unificación de la arquitectura del sistema de educación superior europeo. Con la Declaración de Bolonia (junio de 1999) el número de países firmantes incrementó hasta 29 (incluyendo no solamente países miembros de la Unión Europea, sino también otros, como Noruega y Suiza). La Declaración de Bolonia tiene un objetivo principal claramente definido: la creación de un espacio coherente para la educación superior Europea para el año 2010. No se limita a una declaración política; es un compromiso para reformar las estructuras de los sistemas de educación superior de los países firmantes de tal forma que pueda surgir una convergencia global, a nivel europeo, a raíz de este proceso.

Existe un programa de acción en la Declaración de Bolonia, definido por medio de seis objetivos específicos:

- La adopción de un sistema fácilmente legible y comparable de titulaciones, a través de la implementación de un Suplemento al Diploma, para promover el empleo entre los ciudadanos europeos y hacer el sistema de educación superior europeo más competitivo, a la par que internacionalmente atractivo.
 - La articulación de los estudios en un sistema basado, esencialmente, en dos ciclos principales: los niveles de Grado y de Postgrado. El acceso a este último nivel requerirá la superación de forma satisfactoria de los estudios de primer ciclo, los cuales durarán un mínimo de tres años. El título otorgado tras el primer ciclo deberá ser relevante para el mercado laboral europeo como un nivel apropiado de cualificación. El segundo ciclo debería conducir a los títulos de máster y/o doctorado.
 - La generalización de un sistema de créditos, como el Sistema de Transferencia (posteriormente se consideraría también de Acumulación) de Créditos Europeo (ECTS), como forma apropiada de promover una amplia movilidad de estudiantes. En este punto, se debe destacar que el sistema de créditos era desconocido en muchos de los países europeos hace apenas diez años.
 - La eliminación de los obstáculos que aún existen para la movilidad de los estudiantes y profesores.
 - La promoción de una dimensión europea en garantías y acreditación de la Calidad con vistas a desarrollar criterios y metodologías comparables.
-
- La promoción de las necesarias dimensiones europeas en la educación superior a través de una estructura organizada de continua evaluación e implementación, basada principalmente en la cooperación entre Gobiernos, con la colaboración de las instituciones y asociaciones de la educación.

Tras la firma de la Declaración de Bolonia, los ministros responsables de la educación superior de los países europeos firmantes se han ido reuniendo cada dos años, en diferentes ciudades (Praga 2001, Berlín 2003, Bergen 2005, estando programada la próxima conferencia en Londres en el 2007) para continuar examinando la marcha del Proceso de Bolonia y marcar las directrices y prioridades de los siguientes años.

La diversidad y la variedad por un lado, y la cooperación por otro, determinarán el conocido como Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), donde los créditos y las titulaciones deben ser homologables, en el sentido de equivalentes, pero no idénticos, entre las diferentes universidades.

El progreso hacia la creación paulatina del Espacio Europeo de Educación Superior es, principalmente, un proceso de cambio estructural, que requiere la reforma de los sistemas nacionales así como cambios de planes de estudio y de tipo institucional en las universidades y otras instituciones de educación superior. Como suele suceder con las reformas estructurales, los cambios requeridos sólo pueden ser introducidos sobre la base de un cambio en las visiones y las actitudes. Es aquí donde, de cara al profesorado, radica uno de los mayores desafíos.

En muchos países, los cambios legislativos introducidos tras la adopción de la Declaración de Bolonia han contribuido a una aceleración del movimiento hacia las reformas comentadas. En España, por ejemplo, está en marcha la sustitución de todas las actuales titulaciones por otras nuevas, las agencias de Calidad y de Acreditación ya están operativas, y la introducción de proyectos piloto basados en modelos educativos en el entorno del crédito ECTS está produciéndose en casi todas las universidades.

En todo caso, en los distintos países existe un amplio debate en torno a los cambios educativos: las formas estáticas y burocráticas de pensamiento y actuación por parte de algunos responsables en la toma de decisiones educativas, así como del personal universitario, suponen duros obstáculos en la reestructuración necesaria de la educación superior.

El número de países involucrados en el Proceso de Bolonia es, hasta la fecha, de 45, prácticamente la totalidad de los países europeos, incluyendo Turquía, Rusia y Ucrania, entre otros. Pero el desarrollo de un sistema de educación superior europeo más coherente, y por lo tanto más compatible, ya ha recibido atención de universidades fuera de Europa, especialmente en el entorno latinoamericano.

En resumen, los seis objetivos definidos inicialmente en la Declaración de Bolonia (1999), comentados anteriormente, y los cuatro objetivos adicionales de los Comunicados de Praga, Berlín y Bergen apuntan a lo siguiente:

- adopción de un sistema fácilmente legible y comparable de titulaciones que puede materializarse de una gran variedad de formas,
- adopción de un sistema basado fundamentalmente en dos ciclos,
- establecimiento de un sistema de créditos,
- promoción de la movilidad,
- promoción de la cooperación europea en garantías de la calidad,
- promoción de la dimensión europea en la educación superior,
- promoción del aprendizaje a lo largo de toda la vida,
- intento de conseguir hacer que los estudiantes sean colaboradores activos de las instituciones educativas,
- promoción del atractivo del Espacio Europeo de Educación Superior en el entorno global,
- establecimiento del Espacio Europeo de la Educación Superior y el Espacio Europeo de la Investigación como los dos pilares de la sociedad del conocimiento.

2. EL SISTEMA DE CRÉDITOS ECTS.

Un sistema de créditos es una forma sistemática de describir un programa educativo en la que se establecen créditos para sus componentes. La definición de créditos en los sistemas de educación superior puede basarse en diferentes parámetros, tales como la cantidad de trabajo del estudiante, los resultados de su aprendizaje, o las horas de tutoría con el profesor. El Sistema de Transferencia y Acumulación de Créditos Europeo (ECTS) es un sistema centrado en el estudiante, basado en el trabajo necesario por un estudiante tipo para alcanzar los objetivos de un programa, especificados en términos de los resultados de su aprendizaje (adquisición de competencias) y los conocimientos que deben adquirirse. El ECTS se introdujo en 1989 dentro del marco del programa de intercambio de estudiantes conocido como *Erasmus*, siendo el único sistema de créditos que se ha probado y usado con éxito en toda Europa.

El ECTS se estableció en un principio para la transferencia de créditos, ya que facilitaba el reconocimiento de los periodos de estudio en el extranjero, y a la vez mejoró la calidad y volumen de la movilidad estudiantil en Europa. Actualmente, el ECTS se está desarrollando como un sistema acumulativo para ser instaurado a nivel institucional (nacional y europeo).

Las características clave del ECTS son las siguientes:

- Se basa en el principio de que 60 créditos ECTS corresponden a la cantidad de trabajo de un estudiante a tiempo completo durante un año académico. La cantidad de trabajo del estudiante de un plan de estudio a tiempo completo en Europa supone en la mayoría de los casos alrededor de entre 1500 y 1800 horas por año, y en esos casos un crédito representa cerca de 25 a 30 horas de trabajo.
- Los créditos ECTS solamente pueden obtenerse tras la finalización con éxito del trabajo requerido y una evaluación apropiada de los resultados obtenidos por medio del aprendizaje.
- La cantidad de trabajo del estudiante en el ECTS consiste en el tiempo requerido para completar todas las actividades de aprendizaje planificadas, tales como la asistencia a las clases y seminarios, el estudio individual y privado, la preparación de proyectos, los exámenes, las prácticas de laboratorio y otros elementos educativos.
- Los créditos se aplican a todos los componentes educativos de un programa de estudio (como módulos, cursos, exámenes, el trabajo individual o en grupo, etc.) y **reflejan la cantidad de trabajo que requiere cada componente para adquirir sus competencias (objetivos específicos o resultados de aprendizaje)** en relación con la cantidad total de trabajo necesario para finalizar con éxito un año completo de estudio.
- El rendimiento del estudiante se documenta a través de la nota local/nacional. Resulta una buena práctica añadir una nota ECTS, en particular en el caso de transferencia de créditos. La escala de evaluación del ECTS clasifica a los estudiantes con una base estadística (A = el 10% superior, B = el siguiente 25%, C = el siguiente 30%, D = el siguiente 25%, y E = el 10% más bajo).

El crédito ECTS hace que los programas de estudio sean fáciles de comparar para todos los estudiantes, facilita la movilidad y el reconocimiento académico, y ayuda a las universidades a organizar y revisar sus propios planes de estudio. Aún así, **el ECTS no está relacionado simplemente con el trabajo que el estudiante lleva a cabo, sino que también tiene un enorme potencial para la reforma y mejora de los planes de estudio de la educación superior, de las culturas del aprendizaje, y de las estructuras.**

Una introducción coherente del ECTS como sistema de transferencia y acumulación de créditos podría traer muchas mejoras para las instituciones de educación superior europeas si su introducción incluye un formato integral con los siguientes componentes esenciales:

- la cantidad de trabajo del estudiante,
- competencias y estándares,
- resultados del aprendizaje,
- formas de documentar esos tres componentes,

- un sistema flexible para reconocer, entre diversas instituciones, la acumulación de créditos ganados por los estudiantes en diferentes ambientes educativos (por ejemplo, entornos de aprendizaje virtual).

La implementación coherente y significativa del ECTS implica que es posible completar satisfactoriamente los planes de estudio y sus módulos dentro de un plazo de tiempo específico definido por la cantidad de trabajo de los estudiantes, lo que supone una enorme reorientación de algunos planes de estudio de educación superior europeos.

La introducción coherente del ECTS (en lugar de otras unidades como horas semanales de clase) implica cambios de una gran magnitud; por ejemplo en la cultura del aprendizaje (los estudiantes deben pasar a ser responsables de sus propios procesos de aprendizaje, aprendiendo de forma autónoma).

3. IMPLICACIONES DEL PROCESO DE BOLONIA EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN LOS PRIMEROS CURSOS UNIVERSITARIOS.

Para un buen número de educadores de Química de los primeros cursos universitarios en España y en otros países europeos, el proceso de Bolonia significa una amenaza a su manera actual de enseñar, pero otros lo consideramos como una oportunidad para que se establezca un cambio positivo. Aunque se han introducido algunos cambios, en años recientes, en los cursos de Química universitarios, el método principal de enseñanza en países como España es aún la clase magistral. Los estudiantes dedican la mayor parte de su tiempo a asistir a clase y tomar notas, en vez de al estudio independiente o cooperativo. A veces, no obstante, existen clases reducidas divididas en subgrupos. Fuera de las clases, a los estudiantes prácticamente solamente se les pide que, al final del semestre, superen el examen final.

De acuerdo al propósito del ECTS, **el aspecto más importante es hacer que los estudiantes sean más activos en su propio aprendizaje.** En este contexto, es necesario reformar de manera significativa la estructura y el estilo de enseñanza de los cursos de Química. Pueden hacerse muchas cosas para mejorar las estrategias tradicionales de enseñanza en la Química, como son:

- Uso de nuevos y variados métodos de enseñanza. El uso correcto de las diferentes teorías sobre la enseñanza y el aprendizaje tiene sus ventajas. Algunas estrategias significativas incluyen el uso de mapas conceptuales (y otros organizadores gráficos), el aprendizaje basado en los problemas (por medio de tareas que supongan un desafío para los estudiantes), el estudio de casos, enfoques interdisciplinarios (de forma específica con un carácter Ciencia-Tecnología-Sociedad, de medio ambiente y de desarrollo sustentable), el aprendizaje cooperativo, y el aprendizaje mediante las nuevas técnicas de la información y la comunicación (TIC).

- Rediseñar los contenidos por medio del uso de ejemplos interesantes relacionados con la vida cotidiana, tan frecuentemente como sea posible. Esta es una de las mejoras formas de promover el interés de los estudiante, dado que tienen un mayor aprecio hacia los principios de la Química y se sienten más motivados a su estudio si pueden ver su relevancia para sus propias vidas. La idea de usar un contexto familiar al presentar la Química es común entre docentes, pero no se encuentra con facilidad en los libros de texto editados hasta hace unos años. Discutir problemas

de la vida real puede animar a los estudiantes a explorar los temas relacionados con una mayor profundidad. En otras palabras, las aplicaciones a la vida real (además de las clases y el trabajo de laboratorio) sirven para favorecer metodologías enfocadas en el estudiante.

Ante este enfoque de la enseñanza, buen número de profesores no encuentran la “seguridad” en el aula que ofrece la enseñanza tradicional. No obstante, cada vez son más abundantes los ejemplos y secciones en libros de texto y otras fuentes, que facilitan la tarea. En este contexto, el autor de este trabajo viene desarrollando, desde hace años, una línea de investigación para generar nuevos problemas, cuestiones, etc. que ayuden a enfocar la enseñanza de la Química en el contexto indicado.

Algunos aspectos que se destacan (información más completa se puede obtener en la dirección Web <http://www.etsii.upm.es/diquima/vidacotidiana/Inicio.htm>), a modo de ejemplo, son:

- Cuestiones:

- Química de los productos antipolilla.
- Análisis de la diferencia observada entre añadir agua sobre aceite caliente y el proceso inverso, al cocinar.
- Posibilidad de que el agua hierva a temperatura ambiente.
- Análisis de la cantidad de dióxido de carbono emitida por automóviles, en función del consumo de combustible, a partir de la información comercial suministrada por los fabricantes. Introducción al efecto invernadero.

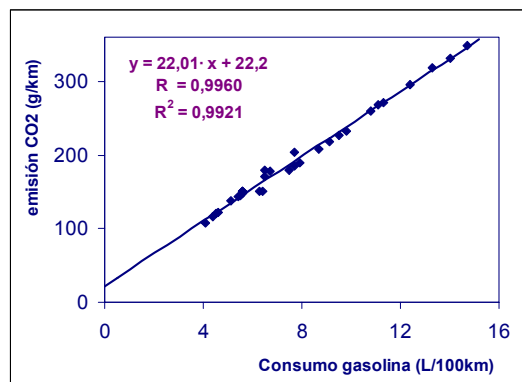


Figura 1. Gráfico de emisión de dióxido de carbono obtenida a partir de la información suministrada por fabricantes de automóviles.

- Problemas:

- Estequiometría de medicamentos.
- Compuestos de cloro para tratamiento del agua.
 - Estequiometría de elementos en fertilizantes.
- Estudio de la composición de aguas minerales a partir de la información suministrada en la etiqueta por el fabricante.

- Uso de analogías:

- Orden de magnitud de la variación de los tamaños atómicos e iónicos.
- Conceptos de carga formal y número de oxidación para contabilidad de cargas eléctricas de átomos combinados.

- Experimentos:

- Estimación de la energía de activación del proceso de disolución de comprimidos efervescentes.
- Enfriamiento del agua contenida en recipientes cerámicos.
- Cinética de la hidratación osmótica de legumbres.
- Estudio del calentamiento y enfriamiento instantáneo de bebidas comerciales por disolución de sales.



Figura 2. Envase comercial para el calentamiento instantáneo de bebidas y detalle de la información suministrada en el mismo.

- Otros.

Aparte de los aspectos citados, se ha desarrollado en la experiencia práctica docente del autor otras estrategias educativas que hacen uso, por ejemplo, de la información suministrada en los medios de comunicación (noticias de prensa relacionadas con la Química) y otras fuentes.

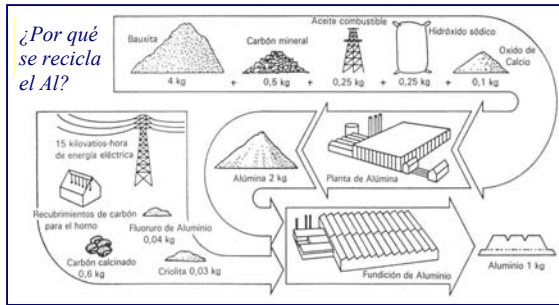


Figura 3. Esquema para la comprensión de la necesidad del reciclado del aluminio para el ahorro de energía y de materias primas.

AGRADECIMIENTO

Se agradece la financiación de este trabajo por parte de la Universidad Politécnica de Madrid, a través de la Convocatoria de Ayudas a la Innovación Educativa 2006/07.

MS#2006-0822

Using the Relationship Between Vehicle Fuel Consumption and CO₂ Emissions to Illustrate Chemical Principles

Maria T. Oliver-Hoyo*

Chemistry Department, North Carolina State University, Raleigh, NC 27606

*maria_oliver@ncsu.edu

Gabriel Pinto

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, Spain 28006

gabriel.pinto@upm.es

Abstract

This instructional resource utilizes consumer product information by which students compare theoretical stoichiometric calculations to CO₂ car emissions and fuel consumption data. Representing graphically the emission of CO₂ versus consumption of fuel provides a tangible way of connecting concepts studied in chemistry classes to everyday life. Considerable simplification of an otherwise very complex chemistry problem provides comparable theoretical and actual data. Practice with unit conversion and graphing skills enhance this activity promoting skills used by professionals to perform emission measurements. This activity may be used to bring awareness of car emissions issues such as the environmental impact of CO₂ emissions, the differences of hybrid engines or gasoline versus diesel engines. Scientific literacy can be approached incorporating exercises like this one into chemistry classroom activities. Students have expressed keen interest in this type of “tangible” chemistry where a concrete example of everyday life puts textbook chemistry in context.

Keywords:

Audience: High School / Introductory Chemistry

Pedagogy: Problem Solving/Decision Making, Analogies/Transfer

Topic: Applications of Chemistry, Consumer Chemistry and Stoichiometry

TITLE: What's in your bottled water? Look at the label!

AUTHORS:

Gabriel Pinto

E.T.S. de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, Spain 28006

gabriel.pinto@upm.es

Maria T. Oliver-Hoyo* (corresponding author)

Chemistry Department, Box 8204, North Carolina State University, Raleigh, NC 27606

maria_oliver@ncsu.edu

COLUMN: JCE Classroom activities

KEYWORDS:

Audience: High School/ Introductory Chemistry

Domain: Analytical Chemistry

Pedagogy: Hands-On Learning/Manipulatives & Problem Solving

Topics: Food Science, Gravimetric Analysis, & Stoichiometry

ABSTRACT:

Americans are drinking bottled water at an increased rate every year. This is a global trend shown in reported growth rate sales of bottled water from 4.7% to 9% during the last six years. This increase may be due to safety concerns since bottled water assumes a trusting source and in the United States is regulated by the Food and Drug Administration. All bottled waters contain inorganic compounds and trace elements that depend on the type of water and regions of origin. The labels of bottled water provide the data necessary to take a closer look at their chemical composition and evaluate the accuracy of the reported results. In this activity students use chemical composition data from the labels of commercially available bottled water to determine if the total concentration of cations, anions, and silica matches the stated total dissolved solids, TDS, (or dry residue). Taking into account stoichiometric considerations, the law of conservation of mass, and the fact that waters are heated at 180°C during the determination of the TDS, the accuracy of the manufacturer information can be evaluated. In addition, electrical neutrality is evaluated when students convert the content composition given in mg/l to mmol/l and calculate the positive versus negative charges.

Resumen del trabajo presentado en el Congreso *II First-Year Undergraduate Chemistry Education Conference*, celebrado a finales de mayo de 2007 en la Universidad de Colorado en Boulder (Estados Unidos).

"Real-life problems to promote active learning in chemistry"

Gabriel Pinto: Universidad Politécnica de Madrid, Spain

Maria T. Oliver-Hoyo: North Carolina State University, Raleigh, NC

It is widely accepted that presenting real-life activities in the classroom increases students' enthusiasm towards science. This presentation will discuss three scenarios that were developed to promote cooperative learning in an inquiry-guided fashion. These examples are:

(i) *Relationship between Vehicle Fuel Consumption and CO₂ Emissions*: Consumer product information is used by students to compare theoretical stoichiometric calculations of CO₂ car emissions to fuel consumption data. Unit conversion and graphing skills enhance this activity that may be used to bring awareness of issues such as the environmental impact of CO₂ emissions, hybrid engines, or the Kyoto protocol.

(ii) *Self-heating beverages*: The exothermic reaction of anhydrous calcium chloride in water to heat several beverages such as chocolate or coffee is a market product sold across Europe in sports venues and motorway rest areas. Students experiment with the obtained temperature and compare it with the noted by the manufacturer.

(iii) *Oil in Water*: Hot oil spatters violently when water, such as that on the surface of foods is present. Students' explanation of this effect leads to a discussion on properties such as miscibility (intermolecular forces), density and boiling point of liquids.

PHILATELY AND CHEMISTRY

Over the years there has been a number of postage stamps issued to celebrate scientific discoveries or honour well-known scientists and these can be used as simple yet powerful teaching tools in the classroom.¹ I use a chemistry-related postage stamp from Spain (pictured right) with my first-year undergraduate students to introduce several concepts related to the Periodic Table. I set this as a collaborative learning activity (with groups of three students) and discuss with the students their answers. This example could also be used as a problem for students to tackle individually or to start a discussion during a lecture.

I begin by telling my students about the postage stamp, which was issued in Spain on 2 February 2007 – the Spanish Year of Science. Inspired by the stamp, I set them three challenges.

1. Comment on why this stamp has been issued (anniversary, symbolism of figure etc).
2. Explain what is represented by the spaces coloured in blue, red, yellow and green, and comment on their dimensions.
3. Comment on the importance of the 'little white squares' represented in the red and yellow zones, in the history of the development of the Periodic Table.

By working individually, in groups or by class discussion the students arrive at the solutions.

S1. The stamp was launched by Correos (General Post Office in Spain) in 2007 in honour of the 100th anniversary of the death of Dmitri Mendeleev. The stamp refers to the periodic classification of the elements proposed by Mendeleev in 1869. As he attempted to classify the elements according to their chemical properties, he noticed patterns that led him to postulate his Periodic Table which described elements according to both weight and valence and which, if arranged according to their atomic weights, exhibited an apparent periodicity of properties.

S2. The Periodic Table has evolved so that now the periodicity is explained with respect to the variation of electronic configurations with the atomic number. In accordance with the ground-state electron configurations, the blue area on the stamp represents elements filling s-orbitals, the red rectangle represents



d-transition elements, the yellow area represent elements filling p-orbitals and the green rectangle represents f-transition elements. Assuming that the Periodic Table is depicted in the stamp, and by taking each little white square to represent an element, the stamp's 'Table' is seven periods in height (the f-block elements qualifying as elements of the sixth and seventh periods) with two columns of elements in the blue zone, 10 in the red zone, six in the yellow zone, and 14 in the green zone, which tallies with any modern, standard form of the Periodic Table.²

S3. Unlike other contributors to the development of the Periodic Table, Mendeleev predicted the properties of elements yet to be discovered and made an accurate prediction of the properties of scandium, technetium, gallium and germanium (the little white squares on the stamp, from left to right) which came to fill the spaces in his Table.³

This example shows how a simple postage stamp can serve as inspiration for questions on topics in chemistry. Discussions of this kind may encourage students to explore topics in more depth. (Note: this stamp was designed by the Spanish chemist Javier García Martínez. He was inspired by the work of Piet Mondrian, a Dutch neoplasticist painter (1872–1944).)

Professor Gabriel Pinto, Universidad Politécnica de Madrid, Spain
(e-mail: gabriel.pinto@upm.es)

Acknowledgement: I am thankful for the support provided by the Universidad Politécnica de Madrid under the project, *New methodologies for improving the teaching-learning process in chemistry.*

Chemistry stamps its mark on the Spanish Year of Science

REFERENCES

1. G. Ravinovich, *Chem. Int.*, 2007, **29**(1), 3.
2. WebElements: <http://www.webelements.com/>
3. See for example P. Kelter, A. Scott and M. Mosher, *Chemistry, the practical science*, p 264. Boston: Houghton Mifflin, 2006.

LOS GRUPOS DE INNOVACIÓN EDUCATIVA COMO INICIATIVA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID: GRUPO DE DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA

G. Pinto, P. Pinilla, S. Miguel, M.J. Molina, M.C. Matías, P. Saavedra, I. Carrillo, R. Barajas, F. Collar, V. Díaz.

Grupo de Innovación Educativa de Didáctica de la Química, Universidad Politécnica de Madrid, José Gutiérrez Abascal 2, 28006 Madrid.

En el documento sobre “Propuestas para la Renovación de las Metodologías Educativas en la Universidad” 1, elaborado por el Ministerio de Educación y Ciencia, se aborda, con respecto a la metodología docente de las Universidades españolas, aspectos como: diagnóstico de la situación actual, tendencias metodológicas en las Universidades europeas, así como objetivos y estrategias para su renovación. Entre estos últimos, se propone la creación y consolidación de equipos de innovación educativa que habrían de recibir el mismo trato institucional que reciben los grupos de investigación. En este sentido, e incluso con carácter previo a la publicación del citado documento, la Universidad Politécnica de Madrid tomó como línea central de actuación, en el año 2006, la promoción y reconocimiento de “Grupos de Innovación Educativa” 2. Con ello, se pretende que los esfuerzos en medios y recursos con los que la UPM promueve la innovación educativa, reviertan en un trabajo continuo, sean realizados en grupo por equipos estables y la actuación de los profesores implicados tenga un mayor reconocimiento. Como consecuencia de la iniciativa, que ha venido acompañada de un importante impulso presupuestario para proyectos específicos, el número de Grupos de Innovación Educativa reconocidos asciende a 86. Entre ellos, se ha formado un Grupo de “Didáctica de la Química”, formado por 18 profesores de 3 Escuelas de la UPM (ETSII, ETSIN y EUITI) y otros 3 profesores colaboradores de otras Universidades (UCM, UNAM y NCSU). Algunos de los objetivos prioritarios del Grupo son: (i) Estudio de la aplicación de las “nuevas metodologías” en la práctica docente: elaboración de Guías Docentes adecuadas, uso de metodologías activas centradas en el aprendizaje (aprendizaje cooperativo, uso de mapas conceptuales, aprendizaje basado en problemas, ...) y renovación de los métodos de evaluación del aprendizaje; (ii) Puesta en común de las experiencias docentes de los miembros del Grupo; (iii) Discusión y difusión de la Didáctica de la Química en colectivos más amplios de profesores; y (iv) Difusión de la Química en la sociedad. Los resultados y más información pueden encontrarse en la dirección Web del Grupo 3.

Agradecimientos:

Los autores desean agradecer a la Universidad Politécnica de Madrid por la financiación del trabajo, a través del proyecto de Nuevas metodologías para la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje de la Química (2006-2007).

Referencias:

1. Ministerio de Educación y Ciencia, Propuestas para la Renovación de las Metodologías Educativas en la Universidad, Ed. Secretaría General Técnica, 2006, p. 105. Disponible también en la dirección Web:
<http://www.mec.es/educa/ccuniv/>
2. <http://www.upm.es/innovacion/cd/index6.htm>
3. <http://quim.iqi.etsii.upm.es/didacticaquimica/inicio.htm>


New Trends in Learning Structures in European Education by Gabriel Pinto - Windows Internet Explorer

http://www.ched-ccce.org/confchem/2007/a/Pinto%20Paper.htm

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

New Trends in Learning Structures in European Educa...

Winter 2007 CONF CHEM



International Conference on First-Year College Chemistry
An on-line conference, Jan.-Feb. 2007

[Abstracts](#) [Papers](#) [Instructions](#) [Discussion Archive](#)

NEW TRENDS IN LEARNING STRUCTURES IN EUROPEAN HIGHER EDUCATION: AN OPPORTUNITY FOR ENCOURAGING CRITICAL THINKING IN CHEMISTRY STUDENTS

Gabriel Pinto, Grupo de Innovación Educativa de Didáctica de la Química, ETS de Ingenieros Industriales (Universidad Politécnica de Madrid).
gabriel.pinto@upm.es

ABSTRACT

In June 1999, in Bologna (Italy), 29 ministers of higher education signed the known as "Bologna Declaration." Forty five European countries are now involved in the "Bologna Process," which has the ultimate goal of establishing, by 2010, an open *European Higher Education Area* in which students and staff can move with ease and have fair recognition of their qualifications. In this context, the priority is the quality assurance and the harmonization of degree system throughout the participating countries. New degrees will have a credit structure based on ECTS, the *European Credit Transfer System*. Among other considerations, the ECTS involves a student-centered teaching. In the first part of this discussion, I will explain the goals and steps involved in the Bologna Process and, in the second part, I will give a short view of how analogies, questions, experiments and exercises, developed from real-world applications, can be used for motivating students' interest in Chemistry learning within the philosophy of the new trends in University European Education.

1. TOWARD A EUROPEAN HIGHER EDUCATION SPACE: THE BOLOGNA PROCESS

It was on May 25, 1998 that the Ministers in charge of higher education of France, Italy, United Kingdom and Germany signed the Sorbonne Declaration, on the occasion of the 800 th anniversary of the Sorbonne University, proposing the harmonization of the architecture of the European Higher Education System. With the

Listo Internet 100%

Aprendizaje activo de la Física y la Química

Editor: Gabriel Pinto Cañón

J. Ablanque, C. Abradelo, J.M. Abraham, A. Alañón, J. Albéniz, J.M. Alcaraz, G. Ablanque, C. Abradelo, J.M. Abraham, A. Alañón, J. Albéniz, J.M. Alcaraz, G. Barajas, F. Barbadillo, R.M. Benito, M. R. Berraondo, A.B. Bentley, P. Blázquez, F. Borondo, B. Braña, P. Cabilido, M.A. Calvo, M.E. Cámara, C. Camba, M.C. Cardona, B. Carrascal, I. Carrillo, E. del Castillo, C.M. Castro Acuña, M. D. Castro Gujo, E. Cerro, J. Cuadros, D. Curvale, T. Delgado, J.M. Diaz de la Cruz, E. Díez de Garay, R. Domínguez Gómez, M.J. Domínguez González, C. Escolástico, P. Escudero, S. Esteban, J.C. Fandiño, M. Y. Fernández de Aránguiz Guridi, A. Fernández López, F. Fernández Martínez, A. Filgueira, S. Flores, M.M. de la Fuente Soto, A. Gallardo, B. Gámez, M.L. Gámez, L.F. García Bermejo, A.I. García Díez, B. García García, A. García Llana, A. García Ruiz, L. García Soto, B. Garrido Garrido, B. Garzón, R. Gómez Fernández, A. Gómez Gómez, D. González, M.L. González Arce, P. González del Barrio, P. González García, C. González Giralda, E. González Izquierdo, M.L. González Pereiro, M. Iglesias Rivera, E. Iglesias Yuste, M.C. Izquierdo, J. Jiménez, P.B. Kelter, F.P. León, J.A. Llorens, L.B. López Vázquez, J.C. Losada González, J. Losada del Barrio, F. Lytle, M.E. Maia, L. Mammino, F. Martín Alfonso, M. Martín Sánchez, M. T. Martín Sánchez, R. Martínez Herrero, J. Martínez Urreaga, M.C. Matias, P. M. Mejías, M.J. Melcón, J. Melero, L. Mezzano, J.L. Mier, S. Miguel, M.J. Molina, C. Molpeceres, P. Morales Bueno, M. Morales Furió, E. Muñoz, J.A. Murillo, J.L. Ocaña, L.E. Ochando, P. Palacios, I. Paz, F. Peral, J. Pérez Esteban, J. Pérez Tudela, C. Pierce, P. Pinilla, G. Pinto, G. Piquero, M.A. de la Plaza, R. Pou, J. E. Quintanilla, V. Ramirez, M.A. Raso, C. Reinoso, M.F. Rey-Stolle, M.C. Rivero, P. Román, M. Ruiz Nuño, C. Russell, P. Saavedra, E. Sánchez de la Blanca, P. Sánchez González, K. Sánchez Noriega, A.M. Sánchez Pérez, L. Seidel, M.A. Seljo, J. Serna, I. Serra, F. Sierra, R. Torralba, S. de la Torre, L.M. Trejo, M.D. Troitiño, D. Tudela, C. Valdez Gauthier, A. Valea, O. Vallente, A. Varela, P. Varma-Nelson, P. Wahnón, G.C. Weaver, D.J. Wink, M. Yuste, S. Zaragoza

Colección: Didáctica de la Física y la Química



ISBN: 978-84-95495-81-5
Depósito legal: M. 27.898-2007

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

Pilar Escudero González, Manuela Martín Sánchez, Gabriel Pinto Cañón

PARTE I. RECURSOS EDUCATIVOS PARA EL APRENDIZAJE DE LA FÍSICA Y LA QUÍMICA.

1. IDEAS PARA HACER TRABAJOS EXPERIMENTALES EN EL AULA CON ALUMNOS DE NIVELES NO UNIVERSITARIOS

Manuela Martín Sánchez, María Teresa Martín Sánchez

2. PAPIROMOLÉCULAS: MODELOS MOLECULARES DE PAPIROFLEXIA PARA EL ESTUDIO DE LA GEOMETRÍA MOLECULAR

Belén Garrido Garrido

3. JUGANDO CON LA TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS

Pascual Román Polo

4. LOS JUGUETES DE BERILIO: UNA EXPERIENCIA EDUCATIVA DE TRANSMISIÓN-APRENDIZAJE DE CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS EN EDUCACIÓN INFANTIL

M^a. Jesús Domínguez González, Pilar Blázquez Morcuende, Bárbara Braña Borja, M^a. del Carmen Cardona Montano, Esther del Castillo Pérez, Beatriz García García, M^a. Luz González Pereiro, María Ruiz Nuño

5. LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA: MODELO DE TRABAJO COOPERATIVO

M^a. Dolores Castro Guío, Andrés García Ruiz, Rafael Gómez Fernández

6. ACTIVIDADES PARA EL APRENDIZAJE ACTIVO DE CONCEPTOS DE ENLACE QUÍMICO Y ESTRUCTURA

David Tudela

7. APLICACIÓN DEL EFECTO TÚNEL A LA OBTENCIÓN DE LA CAPA DE ANODIZADO DE UN METAL Y A LA RESONANCIA DE UNA MOLÉCULA DE AMONIACO

Kefrén Sánchez Noriega, Pablo Palacios Clemente, Perla Wahnón Banarroch

8. MAPAS CONCEPTUALES PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS CINÉTICOS EN LA DEGRADACIÓN NO ISOTÉRMICA DE LA ASPIRINA EN AGUA

M^a. Yolanda Fernández de Aránguiz Guridi, M^a. Rosario Berraondo Juaristi, Sofía de la Torre Torrecilla

9. LOS MAPAS CONCEPTUALES APLICADOS EN ASIGNATURAS DE QUÍMICA PARA INGENIEROS

Paz Pinilla Cea, Santiago Miguel Alonso, Gabriel Pinto Cañón

10. “LOS GATOS CAEN DE PIE”: APLICACIÓN DEL MÉTODO CIENTÍFICO AL ESTUDIO DE LA VELOCIDAD DE CAÍDA DE UN CUERPO

Paloma González del Barrio, Emiliano González Izquierdo

11. RECONSTITUIÇÃO DE EXPERIÊNCIAS HISTÓRICAS COMO MEIO DE PROMOVER UMA APRENDIZAGEM ATIVA DE FÍSICA E DE QUÍMICA

Maria Elisa Maia, Isabel Serra

12. INTRODUCCIÓN A LA QUÍMICA INDUSTRIAL, IMPACTO AMBIENTAL; UNA ASIGNATURA OPTATIVA DE EDUCACIÓN SECUNDARIA INNOVADORA: OTRA MANERA DE ENSEÑAR QUÍMICA

Olga Valiente Francés, Joaquina Melero Gracia

13. EL TEATRO DE LA CIENCIA

M^a. Araceli Calvo Pascual

14. TALLERES EDUCATIVOS COMO HERRAMIENTA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL VÍNCULO UNIVERSIDAD-COMUNIDAD-ALUMNOS

Diana González, Daniela Curvale, Alejandra Gallardo, Lucía Mezzano

15. UN ENFOQUE INTERDISCIPLINAR DE LA FÍSICA EN EL BACHILLERATO: SU RELACIÓN CON LA BIOLOGÍA

Ángel de Andrea González, Ana Gómez Gómez

16. QUÍMICA VISUAL

Juan Carlos Fandiño da Torre

17. BEBIDAS AUTOCALENTABLES: EJEMPLO DE APRENDIZAJE ACTIVO DE CONCEPTOS FISICOQUÍMICOS

Gabriel Pinto Cañón

18. LA CALIDAD DEL AIRE EN LA CIUDAD: INVESTIGAMOS ESTE PROBLEMA

Andrés García Ruiz, M^a Dolores Castro Guío, Rafael Gómez Fernández

19. PROPUESTA DE TRABAJO POR PROYECTOS EN LA ENSEÑANZA DE FÍSICA Y QUÍMICA

Rafael Gómez Fernández, Andrés García Ruiz, M^a. Dolores Castro Guío

20. THE CASE FOR INTERACTION IN THE LARGE LECTURE

Paul B. Kelter

PARTE II. NUEVO ENFOQUE METODOLÓGICO UNIVERSITARIO. MODELO DE CRÉDITO ECTS

21. UN NUEVO ENFOQUE DEL APRENDIZAJE EN EL ESCENARIO DEL EEES

Ángel Valea Pérez, M^a. Luz González Arce

22. ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE COOPERATIVO EN EL MARCO DE UN PROYECTO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA EN LA FACULTAD DE QUÍMICA DE LA *UNIVERSITAT DE VALÈNCIA*

Luis E. Ochando Gómez, Rosendo Pou Amérigo

23. APRENDIZAJE COMPARATIVO DE LA QUÍMICA ENTRE UN GRUPO ADAPTADO AL EEES Y UN GRUPO DE ENSEÑANZA CONVENCIONAL

Miguel Ángel Raso García, Emilia Sánchez de la Blanca Camacho

24. PRIMEROS PASOS EN LA IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA ECTS EN LA ASIGNATURA DE FUNDAMENTOS DE QUÍMICA DE LA E.U.I.T.I. DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

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

25. ADECUACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE DE ASIGNATURAS DE QUÍMICA PARA INGENIEROS EN EL NUEVO MARCO EDUCATIVO

M^a. José Molina Rubio, M^a. Carmen Matías Arranz, Gabriel Pinto Cañón, Jesús M. Alcaraz García, Joaquín Martínez Urreaga, Isabel Paz Antolín, Enrique Díez de Garay, M^a. Mar de la Fuente García Soto, Jesús E. Quintanilla López, Ascensión Fernández López, José Losada del Barrio

26. IMPLANTACIÓN DEL ESTUDIO COOPERATIVO EN UN GRUPO COMPLETO DE FÍSICA. CIRCUNSTANCIAS Y RESULTADOS

Ana María Álvarez García, Francisco Sierra Gómez

27. APRENDIZAJE ACTIVO BASADO EN LA INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA Y LA QUÍMICA EN PRIMER CURSO DE CARRERA

Elena Cerro Prada, Rosa Domínguez Gómez, Luis B. López Vázquez, Rosario Torralba Marco

28. EL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP) COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA EN QUÍMICA GENERAL UNIVERSITARIA

Patricia Morales Bueno

29. APLICACIÓN DE LA EVALUACIÓN CONTINUA EN LA ASIGNATURA FÍSICOQUÍMICA DE SEGUNDO CURSO DE FARMACIA

Cristina Abradelo de Usera, Benito Garzón Sánchez, Paloma González García, M^a. Fernanda Rey-Stolle Valcarce, Mercedes Yuste Moreno-Manzanaro

PARTE III. METODOLOGÍAS EDUCATIVAS BASADAS EN LAS TIC (TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN)

30. SEGUIMIENTO DEL APRENDIZAJE EN ELECTROMAGNETISMO

José María Díaz de la Cruz, Ángel María Sánchez Pérez, José Luis Ocaña Moreno, Basilio Carrascal Santaolalla, María Linarejos Gámez Mejías, Berta Gámez Mejías, Carlos Molpeceres Álvarez, Miguel Morales Furió

31. DISEÑO DE UN CURSO UNIVERSITARIO VIRTUAL DE QUÍMICA FÍSICA MEDIANTE LA PLATAFORMA WebCT

Fernando Peral, M^a. Cruz Izquierdo, M^a. Ángeles de la Plaza, M^a. Dolores Troitiño

32. A MODEL TO PROVIDE FIRST AND SECOND-YEAR STUDENTS WITH CHEMISTRY RESEARCH EXPERIENCE THROUGH THE CENTER FOR AUTHENTIC SCIENCE PRACTICE IN EDUCATION (CASPIE)

Gabriela C. Weaver, Donald J. Wink, Anne K. Bentley, Cianán Russell, Pratibha Varma-Nelson, Fred Lytle

33. ELABORANDO LABORATORIOS VIRTUALES BAJO LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN DIRIGIDA

Jordi Cuadros, Julio Pérez-Tudela

34. DESARROLLO DE UN ENTORNO DE AUTOAPRENDIZAJE UTILIZANDO MOODLE Y ANIMACIONES FLASH: FÍSICA PARA ALUMNOS DE NUEVO INGRESO EN LA UPM

Rosa M^a Benito, M^a. Encarnación Cámara, Juan Carlos Losada, F. Javier Arranz, Luis Seidel

35. LAS WEBQUEST COMO INSTRUMENTO PARA LA CONTEXTUALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO. UNA EXPERIENCIA SOBRE LA OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DE ACEITES ESENCIALES

Juan Antonio Llorens Molina

36. SIMULANDO LAS PROPIEDADES DE LA MATERIA DE FORMA INTERACTIVA. UN APRENDIZAJE INNOVADOR PARA INGENIEROS.

Pablo Palacios Clemente, Kefrén Sánchez Noriega, Perla Wahnón Banarroch

37. USO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS PARA PRÁCTICAS CON RADIOISÓTOPOS EN LA INDUSTRIA

Sonia Zaragoza Fernández, Ángel Varela Lafuente, Ana Isabel García Díez, José Luis Mier Buenhombre

38. ENSEÑANZA DE METALOGRAFÍA BASADA EN *SOFTWARE* LIBRE

Fernando Barbadillo Jove, Ramón P. Artiaga Díaz, Ángel Varela Lafuente, Ana Isabel García Díez, Laura García Soto

39. INNOVACIÓN EN LA METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE: CURSO VIRTUAL DE LA ASIGNATURA BASES QUÍMICAS DEL MEDIO AMBIENTE

Consuelo Escolástico León, Pilar Cabildo Miranda

40. LABORATORIO VIRTUAL DE FÍSICA NO LINEAL

Rosa M^a. Benito Zafrilla, Florentino Borondo Rodríguez, Javier Ablanque Ramírez, Francisco Javier Arranz Saiz, Juan Carlos Losada González, Carlos González Giralda

PARTE IV. TRABAJOS EXPERIMENTALES

41. EXPERIMENTOS DE BAJO COSTE EN ÓPTICA COMO HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE ACTIVO

Pedro M. Mejías Arias, Rosario Martínez Herrero, Julio Serna Galán, Gemma Piquero Sanz

42. EL EXPERIMENTO DE REYNOLDS: LA DESCRIPCIÓN EMPÍRICA SIMPLE DE UN FENÓMENO COMPLEJO

Javier Jiménez Fernández, Agustín García Llama

43. IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA ENTRE UNIVERSIDAD Y EDUCACIÓN SECUNDARIA PARA MEJORAR EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA

Carmen Valdez Gauthier, Cheryl Pierce

44. DE COBRE A COBRE, SIN QUE TE FALTE NI TE SOBRE

José A. Murillo Pulgarín, Aurelia Alañón Molina, Luisa F. García Bermejo, Francisco Martín Alfonso, Paula Sánchez González, Francisco P. León Belén

45. ESTUDIO DE LOS PARÁMETROS DE POLARIZACIÓN A LA SALIDA DE POLARIZADORES LINEALES NO-IDEALES

Victoria Ramírez Sánchez, Antonio Arévalo Garbayo, Gemma Piquero Sanz

46. CONTRIBUCIONES FUNDAMENTALES DE LA ESPECTROSCOPIA CLÁSICA: ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Gualdino Alonso Ferreira-Dos Santos

47. ESTRATEGIAS PARA EL APRENDIZAJE ACTIVO: ANÁLISIS DE SUELOS

Javier Pérez Esteban, Consuelo Escolástico León

48. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (MÉTODO MICRO)

M^a. Antonia Seijo García, Almudena Filgueira Vizoso, Eugenio Muñoz Camacho, Montserrat Iglesias Rivera

49. CÁLCULO DE LA DOSIS Y pH ÓPTIMOS DE COAGULANTE EN UN TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Almudena Filgueira Vizoso, M^a. Antonia Seijo García, Eugenio Muñoz Camacho, Montserrat Iglesias Rivera

50. ACERCANDO LA QUÍMICA A LOS INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN
M^a. Cristina Rivero Núñez, M^a. José Melcón de Giles, Francisco Fernández Martínez

PARTE V: MISCELÁNEA

51. QUÍMICA Y EL QUIJOTE

Emilio Iglesias Yuste

52. ANÁLISIS DE UNA EXPERIENCIA: PERFIL DE LOS ALUMNOS DE PRIMER CURSO DE LA E.U.I.T.I. DE LA UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO

Ángel Valea Pérez, M^a. Luz González Arce

53. FERTILIZANTES: SU IMPACTO EN LA AGRICULTURA Y EN EL BIENESTAR SOCIAL

Javier Pérez Esteban, Soledad Esteban Santos

54. ESTUDIO Y CONSTRUCCIÓN DEL DIAGRAMA DE FASES Sn-Bi

José Luis Mier Buenhombre, Ángel Varela Lafuente, Ana Isabel García Díez, Carolina Camba Fabal

55. PREPARACIÓN Y ESTUDIO DE ESPUMAS DE POLIURETANOS

Laura García Soto, Ramón Artiaga Díaz, Fernando Barbadillo Jove, Sonia Zaragoza Fernández

56. LA EVALUACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO EN CONTEXTOS COMPLEJOS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE INDICADORES EN EL ÁMBITO DE LOS PROYECTOS EDUCATIVOS INTEGRALES (PEI)

José Miguel Abraham, Carlos Mauricio Castro Acuña, Paul B. Kelter, Gabriel Pinto Cañón

57. ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE ACTIVOS DE LA COMPONENTE TEÓRICA: DESAFÍOS, REFLEXIONES Y EXPERIENCIAS

Liliana Mammino

58. LA EVALUACIÓN-REGULACIÓN EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE TERMODINÁMICA

Susana Flores Almazán, Teresa Delgado Herrera, Luis Miguel Trejo

INTRODUCCIÓN

En los años 2003 y 2005 se celebraron los anteriores *Foros de Profesores de Física y de Química en la E.T.S. de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid*, donde se abordaron aspectos relacionados con la “Didáctica de la Química y Vida Cotidiana” y la “Didáctica de la Física y la Química en los Distintos Niveles Educativos”, 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 este tercer encuentro se propone como eje fundamental de los trabajos, el aprendizaje activo de estas Ciencias.

El concepto de “aprendizaje activo” es destacado como una herramienta esencial para la innovación educativa, en las diversas etapas de la enseñanza e incluye diversos métodos como aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje cooperativo, práctica en el laboratorio, tutorías, y discusión de casos prácticos, entre otros, así como el empleo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

A nivel universitario, el nuevo enfoque metodológico, asociado al proceso de construcción del *Espacio Europeo de Educación Superior*, mediante el conocido como “proceso de Bolonia”, implica que el sistema educativo español actual, basado en la “enseñanza”, debe transformarse en otro basado en el “aprendizaje”, lo que supone una mayor implicación y autonomía del estudiante y un nuevo papel del profesorado como agente creador de entornos de aprendizaje que estimule a los alumnos. Como es bien sabido, una herramienta básica para facilitar este cambio es el empleo del crédito ECTS (*European Credit Transfer and Accumulation System*).

Para los lectores interesados en consultar y analizar las implicaciones docentes del nuevo marco educativo en la universidad española, se recomienda la consulta del documento sobre “*Propuestas para la renovación de las metodologías educativas en la Universidad*”, editado por el Ministerio de Educación y Ciencia y accesible a través de la página *Web* del propio ministerio (<http://www.mec.es>).

Con esta perspectiva, auspiciada por el *Grupo de Didáctica e Historia de la Física y de la Química de las Reales Sociedades Españolas de Química y de Física* y el *Grupo de Innovación Educativa de “Didáctica de la Química”, de la Universidad Politécnica de Madrid*, se organizó una Jornada monográfica sobre “*Aprendizaje Activo de la Física y la Química*”. Su objeto principal fue compartir y discutir experiencias, metodologías y resultados alcanzados en distintos entornos educativos.

La Jornada se celebró en la E.T.S. de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, el 10 de Julio de 2007, lo que constituye el *Tercer Foro Bienal de Profesores de Física y Química* celebrado en este Centro.

En este libro se recogen los textos de los trabajos presentados en dicho evento, en forma de exposiciones orales, carteles y discusiones. Dichos textos han sido elaborados por un total de 146 autores. Los trabajos se han agrupado en diversos capítulos para facilitar la lectura, si bien hay trabajos que, por su propia naturaleza, pudieran pertenecer a varios capítulos.

En la Jornada participaron, entre asistentes y autores, cerca de 300 profesores de treinta Universidades, algo más de cincuenta Centros de Educación Secundaria y otras Instituciones de casi toda la geografía española, con aportaciones también de docentes de otros países, como Estados Unidos, Argentina, Chile, México, Perú, Sudáfrica y Portugal.

La Jornada se inscribe, además, en el contexto del *Año de la Ciencia de España*, durante el que se pretende fomentar el conocimiento científico por parte de la ciudadanía y el nacimiento de vocaciones hacia las distintas ramas de la Ciencia y de la Técnica entre las jóvenes generaciones.

El Comité de Honor de la Jornada estuvo constituido por:

- Excmo. Sr. D. Javier Uceda Antolín, *Rector Magnífico de la Universidad Politécnica de Madrid*.
- Ilmo. Sr. D. Antonio Moreno González, *Director del Instituto de Formación del Profesorado del Ministerio de Educación y Ciencia*.
- Ilmo. Sr. D. Jesús Félez Mindán, *Director de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid*.

- Ilmo. Sr. D. Nazario Martín León, *Presidente de la Real Sociedad Española de Química*
- Ilma. Sra. D^a. Rosa María González Tirados, *Directora del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad Politécnica de Madrid.*
- Ilma. Sra. D^a. Otilia Mó Romero, *Presidenta de la Sección de Madrid de la Real Sociedad Española de Química.*
- Ilmo. Sr. D. José Losada del Barrio, *Director del Departamento de Ingeniería Química Industrial y del Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Madrid.*
- Ilmo. Sr. D. José Luis Ocaña Moreno, *Director del Departamento de Física Aplicada a la Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica de Madrid.*
- Ilmo. Sr. D. Mario F. Redondo Círcoles, *Presidente de la Comisión de Enseñanza de la Asociación Nacional de Químicos de España.*
- Ilmo. Sr. D. José Miguel Abraham, *Editor del Anuario Latinoamericano de Educación Química (ALDEQ).*
- Ilmo. Sr. D. Paul B. 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 áreas variadas de la Física y de la Química, de diversos niveles educativos y de múltiples Centros. Dicho Comité estuvo formado por los profesores:

- Gabriel Pinto Cañón (Presidente), *Universidad Politécnica de Madrid.*
- Julio Casado Linarejos, *Universidad de Salamanca.*
- Carlos Mauricio Castro Acuña, *Universidad Nacional Autónoma de México.*
- Cecilia Collado, *Universidad de Concepción, Chile.*
- Pilar Escudero González, *Reales Sociedades Españolas de Física y de Química.*
- Maria Elisa Maia, *Universidade de Lisboa.*
- Liliana Mammino, *University of Venda, Sudáfrica.*
- Manuela Martín Sánchez, *Universidad Complutense de Madrid.*
- María Teresa Martín Sánchez, *I.E.S. Fernando de Rojas de Salamanca.*
- Maria T. Oliver-Hoyo, *North Carolina State University, Estados Unidos.*
- Raimundo Pascual González, *I.E.S. Herrera Oria de Madrid.*
- Antonio Pozas Magariños, *Asociación de Profesores de Física y Química de la Comunidad de Madrid.*
- María del Tura Puigvert Masó, *Associació de Professors de Física i Química de Catalunya.*
- Pascual Román Polo, *Universidad del País Vasco.*
- Carmen Valdez Gauthier, *Florida Southern College, Estados Unidos.*
- Gabriela Weaver, *Purdue University, Estados Unidos.*

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 e instituciones que colaboraron de diversa manera en la celebración de la Jornada, como son:

- Universidad Politécnica de Madrid.
- Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la U.P.M.
- Instituto Superior de Formación del Profesorado del Ministerio de Educación y Ciencia.
- Sección de Madrid de la Real Sociedad Española de Química.
- Foro Química y Sociedad.
- Federación Empresarial de la Industria Química Española.
- Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Foro de la Industria Nuclear Española.
- International Center for First-Year Undergraduate Chemistry Education.
- Anuario Latinoamericano de Educación Química.

Cabe destacar también la ayuda prestada por los profesores que constituyeron el Comité Local de la Jornada, integrado por: J. Albéniz, M.V. Arévalo, R. Barajas, I. Carrillo, F. Collar, M.R. Cubeiro, V.M. Díaz, M.A. Fernández López, M.M. de la Fuente, J. Martínez Urreaga, M.C. Matías, S. Miguel, M.J. Molina, A. Narros, C. Reinoso, I. Paz, M.I. del Peso, P. Pinilla, y M.P. Saavedra. De forma especial se agradece la labor desarrollada, como Secretaria de la Jornada, por D^a. Purificación Herranz Escolano.

Este texto y la Jornada ya citada, forman parte de una acción global sobre “*Enseñanza-aprendizaje de la Química y la Física y Vida Cotidiana*” que incluye también la edición y mantenimiento de páginas en *Internet* sobre el tema, en la dirección: <http://quim.iqi.etsii.upm.es/vidacotidiana/Inicio.htm>. En esta dirección se recoge este texto (con ilustraciones en color) para facilitar su divulgación.

Y, como decíamos ya en años anteriores, uno de los objetivos de esta acción es promover la colaboración entre docentes de diversos niveles educativos y entornos, desarrollando herramientas para su empleo en las tareas de formación, al objeto de que las nuevas generaciones aprecien cómo la Física y la Química ayudan a la mejora de las condiciones de vida y al desarrollo sostenible.

Julio de 2007

- ∞ Pilar Escudero González, *Presidenta del Grupo de Didáctica e Historia de las RR. SS. EE. de Física y de Química.*
- ∞ Manuela Martín Sánchez, *Directora del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad Complutense de Madrid.*
- ∞ Gabriel Pinto Cañón, *Presidente del Comité Científico y Organizador de la Jornada sobre “Aprendizaje Activo de la Física y la Química*