

## **Parte V**

---

# **Miscelánea**



## ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE LA QUÍMICA DE PRIMER CURSO UNIVERSITARIO

*Carlos M. Castro Acuña*<sup>1</sup>, *Paul B. Kelter*<sup>2</sup>, *José Miguel Abraham*<sup>3</sup>,  
*Gabriel Pinto*<sup>4</sup>, *Abdel Karim Maaroufi*<sup>5</sup>, *Liliana Mammino*<sup>6</sup>, *Jianing Xu*<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, México

<sup>2</sup> University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, IL 61801, Estados Unidos

<sup>3</sup> Universidad Nacional de de San Luis, San Luis, Argentina

<sup>4</sup> E.T.S. de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, España

<sup>5</sup> Faculté des Sciences, Université Mohammed V, Rabat Agdal 1014, Marruecos

<sup>6</sup> Department of Chemistry, University of Venda, República Sudafricana

<sup>7</sup> College of Chemistry, Jilin University, Changchun 130023, R.P. China

icuc\_mexico@yahoo.com.mx

*En este trabajo, un conjunto de profesores de entornos geográficos muy diferentes, analizamos la situación actual y perspectivas de futuro de la Química impartida en los primeros cursos de nivel universitarios. Presentamos una organización, el Centro Internacional para la Enseñanza de la Química en el Primer Año de Educación Superior (ICUC, por sus iniciales en inglés), creado para intercambiar ideas y experiencias y para apoyar a los que enseñan esa materia.*

### 1. INTRODUCCIÓN

Los cursos superiores de Química son para enseñar esta Ciencia, esto es, un estudio sistemático de las interacciones de la materia. Esta definición puede provocar una discusión inicial: ¿Cómo nos acercamos al conocimiento de estas interacciones de la materia? ¿Refleja dicho estudio sistemático lo que los químicos hacen verdaderamente? ¿Y hasta qué punto la Química de este primer curso incluye las diversas prácticas, esperanzas, temores y realidades de los que han participado en su estudio?

Partiendo de realidades geográficas tan diferentes como son los Centros universitarios de Estados Unidos, México, Argentina, España, Marruecos, República Sudafricana y China, en este texto se aportan reflexiones e ideas sobre la práctica docente en la Química de primer curso universitario.

### 2. DENOMINACIÓN DE LA ASIGNATURA DE QUÍMICA DE PRIMER CURSO UNIVERSITARIO

Como ya se ha discutido en trabajos previos (1) se usan muchos nombres para designar el curso de Química (o el conjunto de cursos) del primer curso universitario que se imparte en decenas de miles de instituciones alrededor del mundo (más de 3.500 sólo en los Estados Unidos). Entre otras denominaciones, se encuentran:

- Química general. Un curso general de Química, así como un gran almacén, no está realmente limitado a una sola clase de cosas. El adjetivo es insuficiente; si le

creemos al nombre, los cursos que son generales deben incluir sólo las características principales, no los detalles. Sin embargo, cualquiera que ha enseñado (o recibido) un curso de Química general seguramente sabe que esto no es así, dado que se suceden un número aparentemente infinito de detalles en las clases, los exámenes y los experimentos de laboratorio.

- Química de primero curso. Tampoco llena las expectativas, dado que no todos los estudiantes lo cursan en su primer año de educación superior. Y tal curso no es el primero, en el sentido de que muchos estudiantes han tenido por lo menos un curso de Química en el Bachillerato. En realidad, Química de último año sería quizás un término más exacto en el sentido de que, para muchos, ésta es la última vez que abrirán un texto de Química. Además, el término primer año (¡o cualquier otro año!) no dice nada acerca del contenido del curso. En este respecto, los matemáticos pueden estar un paso delante de los químicos. Cursos llamados Álgebra, Trigonometría y Cálculo son mucho más descriptivos. No existen las Matemáticas de primer año.

- Química introductoria. En este caso no indica ni qué año ni que amplitud. Sin embargo, el término introductoria tiene sus implicaciones propias. Ya que muchos de nuestros estudiantes ya han sido introducidos a la Química por cursos en el Bachillerato, un curso superior es difícilmente una introducción. Algunos cursos de Química en Universidades empiezan realmente en el principio (aunque lo que definimos como “el principio” puede ser bien diferente para cada docente). La mayoría de los profesores, sin embargo, suponen un buen conocimiento previo y empiezan en algún tema intermedio.

Otros nombres para este tipo de cursos son Química preparatoria, Fundamentos de Química, Química para X, donde X significa estudiantes cuya carrera principal no es la Química (carreras no científicas, o biólogos, ingenieros, etc.), Química general, Orgánica y Bioquímica, Química avanzada (*honors*), Química ambiental, Química en nuestro mundo, entre otros.

La problemática en este punto no es simplemente semántica. En la medida que nosotros, profesores de Química, tenemos dificultades para nombrar apropiadamente nuestro curso, también podemos tener dificultades para identificar las metas, los temas y los procesos intelectuales que acompañan este nombre. La falta de precisión en un nombre puede reflejar una falta semejante de precisión en nuestra visión. No obstante, más importante que la denominación, será el contenido y la metodología empleada en el curso.

### **3. ICUC: UN CENTRO PARA LA PROMOCIÓN DE LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA**

Con matices importantes en cada Centro y en cada país, existe una problemática común en el enfoque de la enseñanza de la Química de primer curso universitario. Recientemente se abordaba este hecho en un artículo (2) que se refería a esta problemática, por analogía, con lo que popularmente se conoce como la “crisis de los cuarenta” (*midlife crisis*). Entendemos crisis como la acepción de “cambio importante

en el desarrollo de un proceso que da lugar a una inestabilidad”. Es decir, la crisis es un cambio y, por tanto, implica mejora o empeoramiento de una situación.

El compañerismo profesional, entre docentes que comparten una misma problemática, puede ayudar a aprender y puede significar un apoyo para abordar los asuntos que se relacionan con el contenido del plan del primer año, incluido el nombre y todo lo demás.

Como profesionales, tenemos intereses comunes en las áreas claves del plan de estudios que corresponde a este campo. Algunas de las preguntas para las que buscamos respuestas cuando diseñamos el contenido de la Química de primer curso son:

- ¿Cómo equilibramos los múltiples propósitos del curso?
- ¿Hasta qué punto relacionamos con temas y asuntos más allá de nuestra disciplina?
- ¿Cómo determinamos qué estudiantes están preparados para nuestros cursos?
- ¿De qué forma debemos utilizar el tiempo de clase y, de manera más amplia, qué investigación apoya las decisiones que tomamos?
- ¿Cómo evaluamos lo que los estudiantes saben durante el tiempo de clase, durante las horas de tutoría y fuera de la clase, por medio de tareas, exámenes, presentaciones y otros procedimientos?
- ¿Cómo podríamos trabajar con estudiantes que tienen dificultad para aprender?
- ¿Cuál debe ser nuestro papel para promover el éxito de los estudiantes?
- ¿Qué normas existen para asignar calificaciones a estudiantes del primer curso?
- ¿Cómo podemos ayudarnos entre nosotros para mejorar nuestra enseñanza?

La necesidad de un apoyo continuo entre los docentes de la Química es realmente universal. Algunos apoyos ya existen, a través de organismos como el Comité de Educación de la IUPAC (*Internacional Union of Pure and Applied Chemistry*), la División de Educación Química de la *American Chemical Society* en los Estados Unidos o el Grupo de Didáctica de la Real Sociedad Española de Química. Sin embargo, la necesidad es todavía más grande, especialmente si pensamos en forma global. Las necesidades de los que enseñan en el primer curso de educación superior son particularmente apremiantes, ya que sus estudiantes pueden iniciar o terminar sus estudios de Química precisamente en estos cursos.

Con este deseo de aprender, contar con un apoyo y defender la importancia de la enseñanza de la Química, un grupo de académicos se reunió en octubre del 2003 en la Universidad de Illinois en *Urbana-Champaign*. Los allí reunidos acordamos formar una organización internacional dedicada a abordar intereses comunes en la enseñanza de la Química a nivel superior. Esta organización se denominó ICUC: Centro Internacional para la Enseñanza de la Química en el Primer Año de Educación Superior (en inglés, al pronunciar las siglas ICUC se escucha la frase “yo veo, tu ves”). Como parte de la misión esencial del ICUC, se interviene con y para los profesores de Química de primer curso, para que esta asignatura permanezca asociada

con el sentido más grande de dignidad para los encargados de uno de trabajos más esenciales en el ámbito de la Química.

El Centro (<http://icuc.chem.uiuc.edu/icucwebsite/>) se autodefine como una organización internacional para desarrollar trabajo e investigación en esta área de vital importancia. Entre los objetivos del ICUC, destacan:

- Proporcionar recursos. Compartir e intercambiar conocimientos y habilidades entre profesionales de la enseñanza. Funcionar como un Centro de distribución de información relativa a la enseñanza de la Química en el primer curso de educación superior.

- Definir contenidos. Evaluar de forma continua los objetivos y establecer los conceptos y temas que se incluyen o que se deberían incluir en estos cursos.

- Enfoque en el aprendizaje. Participar activamente en la investigación, desarrollo, prueba, evaluación y transmisión de la información adecuada para la enseñanza de la Química.

- Promoción de la comunicación. Fomentar la comunicación entre grupos académicos de todas las culturas, especialmente las de lengua inglesa, española y china.

- Patrocinio de oportunidades de aprendizaje. Ser sede o patrocinador de conferencias, reuniones y talleres a nivel regional, nacional e internacional.

- Mejora del acceso a la tecnología. Organizar, catalogar y preparar material audiovisual con demostraciones, experimentos de laboratorio y lecciones. Proveer el acceso a programas de modelos moleculares, simulación por ordenador, animaciones y materiales prácticos adecuados.

- Promoción del desarrollo profesional. Apoyar activamente a los profesores en el campo de la enseñanza de la Química.

- Publicación de los trabajos de los docentes en foros destacados y de rápida divulgación. En este sentido, se publica con cierta asiduidad en revistas como *Journal of Chemical Education*, *The Chemical Educator*, Anuario Latinoamericano de Educación Química y Anales de la Real Sociedad Española de Química.

#### **4. CARACTERÍSTICAS DE LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN PRIMER CURSO UNIVERSITARIO**

Al iniciar el siglo XXI, podemos percibir que también en la educación se va abriendo una enorme brecha a nivel mundial. Mientras en algunas regiones unas minorías de estudiantes privilegiados ya cuentan con programas informáticos que les muestran las moléculas en forma tridimensional, en otros países, miles de jóvenes están esperando a que, por lo menos, su profesor de Química asista a clase. El propósito fundamental del profesor de Química y de otras Ciencias es potenciar y canalizar el interés de los jóvenes por temas científicos y tecnológicos, tratando de que dichos jóvenes manifiesten sus capacidades de hacer, decir y, sobre todo, decidir (3). El logro de actitudes creativas, por parte de nuestros estudiantes, no se alcanza por el simple hecho de aplicar programas y planes modernos que, aunque valiosos y basados

en una filosofía de la indagación, no aseguran por sí solos el desarrollo de la creatividad ni garantizan el uso de los recursos propios de la comunidad (4).

Así como reconocemos grandes carencias en muchas poblaciones latinoamericanas y africanas, también el nivel educativo en los Estados Unidos y en Europa es muy heterogéneo y está íntimamente ligado a la capacidad económica de las diferentes comunidades. Las zonas de mayor pobreza también tienen una educación pobre y el aparente desarrollo que percibimos desde fuera es muchas veces un espejismo.

En entornos como Latinoamérica y África encontramos, entre otros aspectos:

- Falta de medios y recursos para garantizar una excelente formación de los estudiantes.

- Infraestructuras inadecuadas que obstaculizan e incluso, a veces, se oponen al empleo de metodologías modernas.

- Imposibilidad de acceder a centros de actualización y perfeccionamiento, tanto para los aspectos metodológicos como para los científicos.

- Escasa comunicación entre los centros dedicados a la mejora de la enseñanza de las Ciencias.

- En países como Marruecos, los estudiantes encuentran las asignaturas científicas más difíciles que otras, y sin perspectivas de trabajo, lo que hace que se orienten hacia otro tipo de titulaciones universitarias, como Derecho o Ciencias Económicas. Se observa así un descenso paulatino en estudiantes que inician estudios de Ciencias Experimentales. Este aspecto parece ser bastante global, como refleja Breuer para el Reino Unido (5).

En muchas Facultades de México y España nos enfrentamos a graves problemas al impartir los primeros cursos de Química General, debido principalmente a que los estudiantes traen una preparación deficiente del Bachillerato. Es interesante notar que la situación es casi igual a lo apreciado en la Universidad de Nebraska-Lincoln (6).

En un estudio llevado a cabo recientemente (7) encontramos, entre otros factores que afectan a la enseñanza de la Química, tanto en México, como en Argentina o los Estados Unidos, los siguientes: el número de alumnos en cada grupo, la supremacía de la investigación frente a la docencia y la importancia de la enseñanza experimental.

Actualmente, los cursos de Química General se considera que no deberían tener más de 50 estudiantes y en el laboratorio los grupos deberían ser aún más reducidos. En contraste, en muchas Universidades las clases de Química General se dan a grupos muy numerosos de alumnos (hasta cerca de 400 en algún Centro). Es nuestra opinión que esto no es aceptable desde un punto de vista didáctico y que debe rechazarse el modelo largamente aceptado que establece que es correcto, o al menos necesario, comprimir a los estudiantes de primer curso en grandes auditorios. Trabajar con grupos muy numerosos está en conflicto directo con uno de los principios fundamentales de la enseñanza, que es conocer a cada estudiante para poder evaluar adecuadamente lo que entiende y desea saber. Debemos poder interactuar con nuestros alumnos dentro del aula y, si es necesario, en nuestros despachos o por correo

electrónico. Cualquier sistema en el que, después de seis semanas de clases no se conoce a los estudiantes, necesita cambiarse. Para un profesor es vital conocer realmente a sus alumnos y esto no es posible en un grupo muy numeroso.

En lo que respecta al tiempo dedicado para investigación y para docencia, entre los profesores universitarios en general, tanto en México como en Argentina o España, se estimula la comunicación escrita por medio de uno o dos artículos por año publicados en una revista con “alto índice de impacto”, lo que prácticamente obliga a que la publicación se haga en inglés. Sin embargo, la vital comunicación entre profesores y alumnos está relegada a un segundo plano y a veces ni siquiera se considera importante. De igual manera, no se favorece el intercambio de ideas entre los mismos académicos, lo que suele dar como resultado que cada profesor sea el dueño absoluto de su materia y no se establezcan objetivos comunes ni siquiera entre profesores que están desarrollando el mismo curso.

El prestigio de una institución educativa debe evaluarse por la buena formación que obtienen los estudiantes que egresan de ella. Sin embargo, como esto resulta difícil de medir, en ocasiones se pretende basar la excelencia en el número de artículos que sus académicos publican. Por esta razón, algunos académicos consideran que es más valioso escribir un artículo, que “perder” su valioso tiempo enseñando a un montón de estudiantes de primer curso. Nosotros consideramos que los académicos deben cumplir adecuadamente con su labor docente y contribuir a formar los recursos humanos que nuestras naciones requieren.

Esto es precisamente vincular la enseñanza con el beneficio social que debe aportar. Es bien conocido que en todas las instituciones hay profesores que son buenos investigadores y además cumplen de forma entusiasta y acertada con su labor docente. Éste es un buen modelo a seguir y nuestra propuesta, en este caso, es que se fomenten las líneas de investigación enfocadas a resolver los problemas de la comunidad a la que pertenece cada Centro universitario. Además, es necesario que la relación entre la Química y la vida diaria pase de ser un comentario en el aula para convertirse en una realidad tangible para los estudiantes (8,9).

El desarrollo de experimentos es fundamental para establecer un vínculo entre la Química y los fenómenos que observamos en nuestra vida cotidiana. En muchas Universidades de los Estados Unidos es común que a los estudiantes extranjeros se les contrate como profesores asistentes de laboratorio, cuando en ocasiones todavía no dominan el idioma inglés y mucho menos cuentan con experiencia didáctica. También en muchos países se observa el peligro de una tendencia a reducir las horas que los estudiantes deben pasar en el laboratorio, lo que generalmente se basa en una estrategia para ahorrar dinero en equipos y reactivos, sacrificando las valiosas habilidades que los estudiantes adquieren al realizar experimentos.

Nosotros afirmamos que los académicos de más prestigio y los mejores docentes son precisamente los que deben estar a cargo de los cursos en los primeros semestres, con grupos que no deben ser numerosos. Así mismo, son los profesores más

capacitados los que deben tener un papel más activo en la enseñanza experimental ya que ésta es la base de una buena formación en el área científica.

En estos momentos, es prioritaria la formación de recursos humanos y debemos dar una gran importancia a la docencia; nuestras Universidades requieren de magníficos docentes y para esto debemos lograr que esta actividad sea justamente evaluada.

Creemos que se puede asegurar que la enseñanza de la Química de primer curso tiene una aceptación limitada y prácticamente sólo como una subdisciplina en los Departamentos de Química en casi todos los países. Las razones son complejas y esto no corresponde a la situación que merecen los educadores de Química. Por ejemplo, en España, la organización de las materias universitarias se agrupan por áreas de conocimiento, no existiendo una específica para la Química de los primeros cursos que, sin embargo, se imparte como asignatura obligatoria en más de veinte titulaciones diferentes (desde Licenciado en Ciencias del Mar a Ingeniero de Minas, por poner algún ejemplo).

Es decepcionante analizar las prácticas de contratación y promoción de profesionales para la enseñanza de la Química. En la gran mayoría de los países de Latinoamérica, los gobiernos y autoridades educativas declaran constantemente su apoyo decidido a la educación pero no siempre apoyan sus palabras con los recursos necesarios.

En China se aprecia un considerable esfuerzo por la mejora de la docencia de la Química en los primeros cursos universitarios (10). Así, un buen número de colegas, como uno de nosotros (Prof. Xu) reciben una ayuda del Gobierno para realizar prácticas con metodologías pedagógicas contemporáneas y aprender inglés, durante un curso académico, en Universidades australianas.

Es importante y constructivo el intercambio con otros profesores de todas las zonas, sobre asuntos didácticos, pero sin pretender impartir la Química en idioma inglés en todo el mundo, como marcan ciertas tendencias. La experiencia africana demuestra enormes daños de enseñanza cuando se produce la enseñanza en un idioma distinto del materno de los alumnos.

## **5. TENDENCIAS EDUCATIVAS**

En los últimos años, el énfasis de las teorías educativas ha variado de un sistema centrado en el profesor a otro centrado en el alumno. Es lo que en Europa subyace, entre otros aspectos, en el denominado “proceso de Bolonia”.

Esta variación representa, a su vez, una variación de la teoría behaviorista a la constructivista. La primera resalta que el comportamiento del profesor puede cambiar el del estudiante, asumiendo que los profesores pueden construir el esquema del conocimiento de los alumnos. Las teorías constructivistas enfatizan la idea de que los alumnos deben participar activamente en el proceso de aprendizaje para construir su propio esquema de conocimiento. En este sentido, estas teorías promueven la adopción de estrategias de enseñanza que fomentan la participación activa de los

alumnos, resaltando el desarrollo de habilidades genéricas y habilidades para el aprendizaje a lo largo de la vida.

En la práctica docente de los autores de este trabajo se han seguido, en los últimos cursos y en distinto grado, las siguientes estrategias educativas:

- clase magistral participativa (utilizando tecnología multimedia, diagramas, figuras e ilustraciones y preguntas a los alumnos) de teoría y problemas;
- actividades de aprendizaje cooperativo y trabajo en equipo (discusión entre alumnos, debate y asesoramiento entre alumnos);
- autoaprendizaje (desarrollo de proyectos por los alumnos, lectura de libros, utilización de Internet y de otro tipo de tecnología multimedia);
- presentaciones (orales, trabajos escritos y realización de paneles) por parte de los alumnos;
- tutorías (el profesor discute los problemas con los alumnos y analiza sus tareas realizadas en casa); y
- otras (aprendizaje basado en problemas, elaboración de mapas conceptuales, y estudio de casos, entre otras).

Estas estrategias desarrolladas muestran una mayor implicación de los alumnos en su propio aprendizaje.

#### REFERENCIAS

1. C.H. Middlecamp, P. Kelter, *Chem. Educator*, **2004**, Vol. 9, 182-183..
2. C.H. Middlecamp, C.M. Castro-Acuña, P. Kelter, *Chem. Educator*, **2004**, 1-2.
3. J. M. Abraham, M. L. Azar, C. Elorza, *Anuario Lat. Ed. Quím.*, **1988**, Vol. 1, 91.
4. J. M. Abraham, M. L. Azar, R.F. Segovia, *Anuario Lat. Ed. Quím.*, **2002**, Vol. 15, 207.
5. S.W. Breuer, *U. Chem. Educ.*, **2002**, Vol. 6, 13-16.
6. J. Niemoth-Andersen, G.A. Carson, D. Dormedy, C. Emal., E.J.Haas, T.L. Johnson, J. Mazlo, T.M.Urlacher, P.B. Kelter, M. Llano, G. Müller, R. Domínguez, C.M. Castro-Acuña, *Anuario Lat. Ed. Quím.*, **1998**, Vol. 10, 185.
7. P.B. Kelter, C.M. Castro Acuña, *Anuario Lat. Ed. Quím.*, **2001**, Vol. 13, 153.
8. M. R . Jiménez Liso, M. A. Sánchez Guadix, E. de Manuel Torres, *Educación Química*, **2002**, Vol. 13 (4), 259.
9. G. Pinto, *Anales de la RSEQ*, **2004**, Vol. 100 (2), 37-42.
10. J. Xu, *The China Papers*, **2003**, Vol. July, 15-19.

## UNA ACTIVIDAD DE ACERCAMIENTO A LA INGENIERÍA QUÍMICA

*Francisco Jarabo*<sup>1</sup>, *Francisco José García*<sup>1</sup>, *María del Cristo Marrero*<sup>1</sup>,  
*Nicolás Elortegui*<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica  
Universidad de La Laguna, 38200 La Laguna, Tenerife

<sup>2</sup>IES César Manrique, 38010 Santa Cruz de Tenerife, Tenerife  
fjarabo@ull.es, frgarcia@ull.es, mcmhdez@ull.es,  
neloesc@gobiernodecanarias.org

*En el marco del Plan Integrado Canario de I+D+I, se firmó en 2004 un convenio de colaboración entre la Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias y la Universidad de La Laguna por el que se pretende promocionar las titulaciones que se imparten en la Facultad de Química: Licenciado en Química e Ingeniero Químico. Se describe la experiencia que se ha diseñado especialmente para acercar a los alumnos también a la Ingeniería Química. Asimismo se detalla la documentación generada aplicando las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) en tres formatos y la realización presencial de la actividad.*

### 1. ANTECEDENTES INSTITUCIONALES

Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) están afectando profundamente a la sociedad actual y los retos que plantean a la educación son múltiples. Sobre todo, para que las innovaciones tecnológicas estén verdaderamente al servicio de la educación y demuestren su relevancia en contextos de aprendizaje muy distintos. Desde la Conferencia Mundial sobre la Educación Superior (1), la propia Unión Europea, en la iniciativa “*e-Learning*”, tiene como objetivo movilizar a las comunidades educativas y culturales y a los agentes económicos y sociales para lograr la transición de Europa hacia la sociedad del conocimiento (2).

Paralelamente, en España, se aprueba en diciembre de 1999 la “*Iniciativa del Gobierno para el Desarrollo de la Sociedad de la Información «Info XXI: La Sociedad de la Información para Todos»*”. Esta iniciativa comprende un conjunto de metas estratégicas, cuya puesta en práctica requiere el planteamiento de acciones concretas, recogidas en un Plan de Acción, aprobado en enero de 2001 (3), que incluye un total de 318 acciones propuestas para su ejecución entre los años 2001 y 2003.

En nuestro ámbito regional, el Gobierno de Canarias establece en septiembre de 2000 un “*Plan para el Desarrollo de la Sociedad de la Información en Canarias*”, PDSIC, cuyo objetivo central es “*hacer de Canarias una región plenamente integrada en la Sociedad de la Información sin fronteras ...*” y sus objetivos en educación pretenden “*fomentar la incorporación del uso de las TIC en la actividad cotidiana de todos los procesos formativos, tratando de soslayar de esta incorporación la*

*discrecionalidad de los actores del sistema, realizando la Administración una actividad compensatoria que haga llegar a todos la formación en tecnologías y el acceso a las mismas” (4). Asimismo, en junio de 2002 el Gobierno de Canarias presenta el borrador de su “Plan Integrado Canario de I+D+I”, PIC (5), que tiene como principios estratégicos “... la mejora del bienestar social (...), la mejora de la competitividad de las empresas (...) y la generación, difusión y absorción de conocimiento científico y tecnológico...”.*

Es evidente que son innumerables las acciones que se están emprendiendo para favorecer simultáneamente el acceso a los sistemas basados en las TIC y el desarrollo del proceso educativo en la sociedad de principios del siglo XXI.

## **2. ANTECEDENTES INVESTIGADORES**

Dentro de un programa de investigación llevado a cabo en los últimos años sobre el desarrollo de contenidos de asignaturas del área de Ingeniería Química y su integración con las TIC, ya se han obtenido resultados en diversos aspectos didácticos, referentes a fundamentos teóricos, esquemas, ejercicios, problemas y prácticas de laboratorio (6-14). Estos resultados se han aplicado como productos finales, que si bien son únicos en su aspecto conceptual, constituyendo “Manuales Docentes”, presentan varias facetas claramente diferenciadas: diseños orientados a la edición en papel, documentos electrónicos para su consulta en red o para su descarga e impresión, y documentos electrónicos para su distribución en soporte de disco compacto (CD).

En este contexto se encuadra el trabajo que se presenta, que está ubicado según un esquema conceptual muy concreto, como es la integración de las TIC en la educación, entrelazando los aspectos docentes preuniversitario y universitario y desarrollando contenidos en Ingeniería Química para transmitir, tanto en el ámbito presencial como en el espacio virtual.

## **3. PLANTEAMIENTO DE LA ACTIVIDAD**

En el marco del mencionado PIC, la Consejería de Educación, Cultura y Deportes de Gobierno de Canarias y la Universidad de La Laguna firman en marzo de 2004 un convenio de colaboración para fomentar el estudio de titulaciones técnicas y científicas que permita generar un cambio de actitud de la población canaria a favor de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación.

La primera actividad que se lleva a cabo es la denominada “Acércate a la Química”, consistente en la visita de alumnos de centros de Educación Secundaria y Bachillerato, durante toda una jornada, a la Facultad de Química, donde se imparten las titulaciones de Licenciado en Química e Ingeniero Químico, con objeto de conocer sus instalaciones y, lo que se considera más relevante, para realizar algunos trabajos experimentales en sus laboratorios. Como la titulación de Ingeniero Químico es responsabilidad del Departamento de Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica, se constituyó un grupo de trabajo que diseñara especialmente para la ocasión una

actividad que permitiese a los alumnos visitantes aproximarse de forma activa a algunos aspectos de la industria química. Los objetivos generales que se plantearon fueron los siguientes:

- Dar a conocer los aspectos específicos de la industria química.
- Introducir la Ingeniería Química como una forma de racionalizar el estudio de los problemas tecnológicos de la industria.
- Proporcionar una visión del tipo de trabajo que se lleva a cabo en un Departamento de Ingeniería Química.

Si bien se iban a desarrollar contenidos de Ingeniería Química, éstos habrían de ser adaptados a un nivel educativo preuniversitario, por lo que sería necesario mantener una elevada coherencia didáctica para poder transmitir adecuadamente los conceptos. Por ese motivo se incorporó al equipo un profesor de un centro de Enseñanza Secundaria, de probada experiencia didáctica y doctor en Química de la especialidad Industrial, con el que ya se había colaborado en trabajos anteriores (15-16).

Asimismo, si bien la actividad sería presencial, con énfasis en la experimentación, sería necesario mantener un vínculo atemporal con la misma, debido a que sólo pocos alumnos podrían tener acceso directo a ella. Así pues, se afrontó el diseño de la actividad presencial sin olvidar los aspectos virtuales que permitiesen llegar a ella (al menos de forma indirecta) al resto de los alumnos del centro visitante, a los alumnos de otros Centros y, en general, a cualquier persona interesada en la misma que hubiese tenido conocimiento de su celebración. Es decir, se planteó la realización de la experiencia en el laboratorio y de la documentación adecuada para llevarla a cabo y para ser consultada en red. Ello podría permitir la deseable interacción entre el profesorado de Educación Secundaria y el profesorado universitario, muy deficiente en la actualidad.

La experiencia de laboratorio sería supervisada por tres equipos de dos instructores, cada uno de los cuáles atendería en una jornada a cinco grupos de seis alumnos que, a intervalos de 30 minutos, irían rotando por la instalación experimental. Todos los instructores serían titulados superiores (ingenieros químicos o licenciados en Química), algunos incluso habiendo realizado cursos de capacitación pedagógica.

#### **4. DISEÑO DE LA EXPERIENCIA**

La principal dificultad didáctica del diseño estriba en el salto cualitativo y cuantitativo que supone para el alumnado de enseñanza preuniversitaria pasar del trabajo de laboratorio de Química (discontinuo, con pequeños recipientes fácilmente manipulables y magnitudes químicas tradicionales) al trabajo en planta piloto (con flujos continuos, instalaciones de tamaño medio de manipulación delicada y magnitudes características de la ingeniería). Este salto debe ser facilitado por el procedimiento didáctico de relacionar lo que el alumno ya sabe con lo que se le va a presentar como novedad. Para ello, el equipo de profesores que diseñaron la actividad debieron establecer previamente un paralelismo entre los procedimientos del laboratorio de Química y los de la Ingeniería Química; trabajo cuyo resultado se

muestra en el enlace: <http://www.quimica.ull.es/Jornadas05/IQ/Tabla2.htm>.

A partir de este punto de partida, fue necesario seleccionar un montaje experimental de nuestros laboratorios que permitiese a los alumnos preuniversitarios superar el obstáculo del “tamaño” que supone pasar del laboratorio de química a la planta piloto de ingeniería química sin quedar perplejos ante la novedad. El montaje que se seleccionara debería cumplir una serie de requisitos referentes a tamaño, manipulación, toma de datos y tratamiento de los mismos que se reflejan en la primera columna de la Tabla 1. Es una columna de relleno, dispositivo que permite realizar operaciones industriales de absorción de gases en líquidos, y que permite definir los siguientes objetivos específicos, que incluyen las condiciones que limitan el funcionamiento de la columna.

- Observar la forma de operación de una planta piloto.
- Determinar experimentalmente las condiciones de inundación de una columna de relleno.
- Determinar las características del relleno de la columna, tanto del lecho como de las partículas individuales.

Las características de la instalación que permiten su operación en las condiciones que se ajustan a los requisitos establecidos previamente para el montaje experimental se muestran en la segunda columna de la Tabla 1.

Tabla 1. *Requisitos y características de la instalación.*

<i>Requisitos del montaje experimental</i>	<i>Características de la instalación seleccionada</i>
Tamaño “planta piloto” (modelo a escala de proceso industrial)	Su tamaño es relativamente grande (unos 3 m de elevación de toda la instalación).
Manipulable por manos inexpertas sin riesgos para las personas ni para la propia instalación.	Puede operarse con aire (suministrado por un compresor) y agua (de la red), siendo las llaves de regulación de los respectivos caudales de fácil manejo y sin riesgos.
Adecuado para obtener medidas claras y sencillas, ejecutando el proceso en un tiempo corto (unos 20 minutos).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mediante los rotámetros instalados pueden medirse los caudales correspondientes a una condición operativa claramente visible: la inundación de la columna.</li> <li>- Las características del relleno de la columna pueden determinarse mediante medidas con agua en lechos independientes de la columna.</li> <li>- Pueden realizarse fáciles medidas análogas para lechos de otro tipo de partículas, permitiendo la comparación posterior de propiedades.</li> </ul>

Capacidad para permitir manejar conceptos susceptibles de ser sometidos a un análisis posterior más profundo y amplio.	Todos los datos experimentales obtenidos han de ser tratados matemáticamente para obtener los resultados, lo que puede realizarse con posterioridad.
Posibilidad de cálculo de los resultados finales y resolución de cuestiones, ejercicios o problemas relativos a los mismos después de la visita.	Se sugieren experiencias adicionales relacionadas con el proceso estudiado para realizar en el centro de procedencia de los alumnos.

## 5. DISEÑO DE LA DOCUMENTACIÓN

La base del diseño de la documentación adecuada para el desarrollo de la actividad es el manual “Ingeniería Química: Experiencia en una planta piloto”, cuya estructura didáctica es la siguiente:

- Introducción a la industria química y a la Ingeniería Química.
- Importancia del tamaño de las instalaciones (planta piloto).
- Descripción de la operación a realizar (absorción).
- Descripción de la columna de relleno a utilizar.
- Obtención de datos experimentales: condiciones de inundación y características del lecho.
  - Cuestiones para la reflexión y el cálculo.
  - Bibliografía.
  - Apéndices.

Bajo el punto de vista de la aplicación de las TIC, el documento se ha conformado utilizando diferentes formatos:

- Formato papel, reproducido por fotocopia o impresión electrónica, en forma de cuaderno de doce páginas, que se le entrega a cada uno de los alumnos antes de comenzar la actividad presencial; en el propio cuaderno pueden ser anotados los datos experimentales y ser realizados posteriormente los cálculos. Con objeto de dar acceso público posterior a una copia de este documento, se ha transformado a formato electrónico PDF y se ha ubicado en la página web de la Facultad de Química para su descarga y posterior almacenamiento o reproducción.

- Formato presentación (de MS PowerPoint), elaborado por los instructores que trabajan directamente con los alumnos, para que puedan realizar una introducción a la actividad en la propia instalación con ayuda de un ordenador portátil y un proyector. Esta presentación (que no excede de diez minutos) está encaminada a plantear los conceptos imprescindibles para llevar a cabo la experiencia de forma coherente y es utilizada por los instructores en la actividad presencial.

- Formato *web*, con una estructura de navegación basada en índices e incorporando fotografías en color y otros elementos gráficos que complementan el texto, principalmente el apartado dedicado a los apéndices. Estos elementos no se han incorporado al formato en papel para ahorrar espacio y debido a su estructura

hipertextual, difícilmente aplicable fuera del entorno virtual. El documento web también contiene enlaces a la página de la Facultad de Química, en cuyo servidor se ubica: <http://www.quimica.ull.es/Jornadas05/Jornadas05.htm>

## **6. REALIZACIÓN PRESENCIAL**

El grupo de seis alumnos visitantes era recibido por la pareja de instructores que, en primer lugar, llevaba a cabo alrededor de la propia instalación experimental una introducción a la actividad con ayuda de la presentación multimedia. Una vez definidos los objetivos del trabajo, los alumnos pasaban a regular las válvulas de aire y agua de la columna hasta lograr visualmente su inundación, tomando como datos experimentales las indicaciones de los correspondientes medidores de caudal (rotámetros).

Posteriormente trabajaban con unas probetas conteniendo los rellenos y otras conteniendo agua, midiendo el volumen ocupado por el relleno y el volumen de agua que se podía verter sobre aquél hasta cubrirlo totalmente. Estos datos les permitirían calcular más tarde la porosidad del lecho y, conocido el número de partículas contenido en él, el diámetro equivalente de éstas. Estas medidas eran anotadas para el relleno contenido en la columna y para otros dos rellenos, con fines comparativos.

Finalmente les era mostrada una colección de diferentes tipos de rellenos industriales.

## **7. CONCLUSIONES**

La actividad “Acércate a la Química” ya se ha celebrado dos veces. El aspecto presencial ha sido muy favorablemente acogido en todos los ámbitos académicos implicados. Aún no ha sido posible valorar la incidencia que haya podido tener la difusión de la actividad en el entorno virtual pero, en cualquier caso, puede considerarse un primer paso muy importante para seguir abundando en favorecer el acceso a los sistemas basados en las TIC y el desarrollo del proceso educativo.

## **8. RECONOCIMIENTOS**

Nuestro agradecimiento a los instructores que aplicaron este diseño a la práctica del laboratorio, utilizando todos sus recursos didácticos (LQ: Licenciado en Química; IQ: Ingeniero Químico): D. Raimundo Javier Arvelo Rosales (LQ), D. José Feliciano Gutiérrez González (IQ), D. Antonio Hernández Domínguez (LQ), Dña. Natalia Otero Calviño (IQ), Dña. Nuria Regalado Rodríguez (IQ) y D. Javier Rodríguez Gómez (IQ), así como a D. Francisco Arocha Hernández y Dña. María Dolores del Castillo Rodríguez, personal laboral del Departamento.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. UNESCO; “Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: Visión y acción”, Conferencia Mundial sobre la Educación Superior, París, 5-9 octubre, 1998. [http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration\\_spa.htm](http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm)

2. Comisión Europea; “Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo: Plan de acción eLearning. Concebir la educación del futuro”, COM (2001) 172 final, de 28/03, 2001.  
[http://www.europa.eu.int/eurlex/es/com/cnc/2001/com2001\\_0172es01.pdf](http://www.europa.eu.int/eurlex/es/com/cnc/2001/com2001_0172es01.pdf)
3. C.I.S.I.; “Acuerdo de 16 de enero de 2001 de la Comisión Interministerial de la Sociedad de la Información y de las Nuevas Tecnologías por el que se aprueba el Plan de Acción de la Iniciativa del Gobierno para el Desarrollo de la Sociedad de la Información Info XXI: «La Sociedad de la Información para Todos»”, 2001.  
[http://www.infoxxi.es/strc\\_d.htm](http://www.infoxxi.es/strc_d.htm)
4. Gobierno de Canarias; “Plan para el Desarrollo de la Sociedad de la Información en Canarias (PDSIC)”, 2000. <http://www.gobcan.es/dgcom/pdsic.pdf>
5. Gobierno de Canarias; “Plan Canario de I+D+I (PIC) Volumen II: Objetivos y estructura”, 2002.  
<http://www.educa.rcanaria.es/udg/uni/documentos/PICVolumenIIPRESENTACION.doc>
6. Díaz, M.C., Jarabo, F., García, F.J. y Marrero, M.C.; “Nuevo material didáctico para prácticas de «Química Técnica»”, XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, La Laguna, 11-13 septiembre, 2002.  
<http://fjarabo.quimica.ull.es/congreso>
7. Jarabo, F.; “Introducción a la programación. Manual docente”, ARTE Comunicación Visual, S.L., Santa Cruz de Tenerife, 2000.  
<http://fjarabo.quimica.ull.es/IAP/IAP.htm>
8. Jarabo, F.; “Cinética química aplicada. Manual docente”, ARTE Comunicación Visual, S.L., Santa Cruz de Tenerife, 2000.  
<http://fjarabo.quimica.ull.es/CQA/CQA.htm>
9. Jarabo, F.; “Investigación en recursos didácticos: Las tecnologías de la información y las comunicaciones”, XIX Encuentro de Jóvenes Investigadores, Salamanca, 2003.  
<http://fjarabo.quimica.ull.es/congreso>
10. Jarabo, F. y García, F.J.; “Desarrollo de contenidos y material didáctico para Ingeniería Química en el ámbito de las TIC”, XXIX Reunión Bienal de la R.S.E.Q., Madrid, 2003. <http://fjarabo.quimica.ull.es/congreso>
11. Jarabo, F. y F.J. García; “Entorno «web» para el desarrollo de conceptos de Ingeniería Química”, I Jornadas Canarias sobre las TIC en la Docencia Universitaria, La Laguna - Las Palmas de Gran Canaria, 2003.  
<http://fjarabo.quimica.ull.es/congreso>
12. Jarabo, F., García, F.J., Díaz, M.C. y Marrero, M.C.; “Prácticas de laboratorio en Ingeniería Química”, 2002.  
<http://fjarabo.quimica.ull.es/Practics/Practics.htm>
13. Marrero, M.C., Jarabo, F., García, F.J. y Díaz, M.C.; “Aplicación de las TIC a prácticas de «Operaciones Básicas en Industrias Alimentarias»”, XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, La Laguna, 11-13 septiembre, 2002.  
<http://fjarabo.quimica.ull.es/congreso>

14. Marrero, M.C., Díaz, M.C., García, F.J. y Jarabo, F.; “Ingeniería Química: Manuales de laboratorio como recursos en red”, I Jornadas Canarias sobre las TIC en la Docencia Universitaria, La Laguna - Las Palmas de Gran Canaria, 2003.  
<http://fjarabo.quimica.ull.es/congreso>
15. Elortegui, N., Fernández, J. y Jarabo, F.; “Energías renovables. Experiencias prácticas”, Consejería de Educación (Gobierno de Canarias) / C.C.P.C., Santa Cruz de Tenerife, 1989. [http://nti.educa.rcanaria.es/blas\\_cabrera/PER/Renovabl.htm](http://nti.educa.rcanaria.es/blas_cabrera/PER/Renovabl.htm)
16. Jarabo, F., Elortegui, N., Santana, J. y Bosch, J.M.; “Ordenadores personales y redes globales”, Instituto de Investigaciones Científicas y Ecológicas, Salamanca, 1999. [http://www.cje.org/inice/Pcinet/Pci\\_home.htm](http://www.cje.org/inice/Pcinet/Pci_home.htm)

## CONTENIDOS DE QUÍMICA EN LOS ESTUDIOS DE INGENIERO AGRÓNOMO

*Soledad Esteban Santos*<sup>1</sup>, *Javier Pérez Esteban*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Química Orgánica y Bio-Orgánica, Facultad de Ciencias  
Universidad Nacional de Educación a Distancia, Senda del Rey, 9, 28040 Madrid

<sup>2</sup> Dpto. Edafología, ETSI Agrónomos, UPM, 28040 Madrid  
sesteban@ccia.uned.es, jaboperez@terra.es

*Se discute el papel de la Química en la formación del ingeniero agrónomo. Para ello se realiza una revisión de las asignaturas que, dentro de esta titulación, soportan en mayor o menor grado contenidos de química. Se consideran así asignaturas propiamente de esta disciplina y otras que, teniendo un carácter multidisciplinar, conllevan importantes contenidos de Química. Se hace un análisis general de esos contenidos y de su relación con las actividades, objetivos y tareas fundamentales del ingeniero agrónomo, así como de su proyección sobre el desarrollo sostenible y la preservación del medio ambiente.*

### 1. INTRODUCCIÓN

La Química está muy presente en nuestra vida. Por ejemplo, casi todos los productos que utilizamos y consumimos cotidianamente están de una manera u otra relacionados con la Química, y gran cantidad de fenómenos de nuestro medio ambiente, bien naturales o bien provocados por el hombre, están asimismo sumamente ligados a esta Ciencia. Por este motivo, muchos estudios universitarios de carácter científico o tecnológico implican contenidos de tipo químico, en mayor o menor grado. Tal es el caso de las clásicas licenciaturas de Ciencias, de las ingenierías en sus distintos niveles y tipologías o de determinados nuevos estudios (como son Ciencias Ambientales, Tecnología de Alimentos, etc.) con un marcado carácter transversal.

Centrándonos en las carreras de Ingeniería, tal vez sea la de Ingeniero Agrónomo –dejando aparte, obviamente, la de Ingeniero Químico– la que requiere un mayor conocimiento de tipo químico, tanto teórico como experimental. Por ello, el objetivo de esta comunicación es presentar y discutir los contenidos relacionados con la Química exigidos en los últimos Planes de Estudio de la carrera de Ingeniero Agrónomo.

### 2. ANTECEDENTES: BREVE HISTORIA DE LOS ESTUDIOS DE INGENIERO AGRÓNOMO EN ESPAÑA

Los estudios oficiales dedicados a la agricultura se imparten por primera vez en España en la Escuela Central de Agricultura (Aranjuez), creada en 1855 con el objetivo de formar Ingenieros Agrónomos, así como Peritos Agrícolas y Capataces Agrícolas. Poco después (1868) se traslada a Madrid, a las fincas de La Florida y La Moncloa (terrenos que se convertirían después, desde 1917, en el campus de la futura

Ciudad Universitaria), tomando el nombre de Escuela General de Agricultura y después el de Instituto Agrícola de Alfonso XII, que en 1931 pasa a ser el Instituto Nacional Agronómico. Tras la guerra civil, se le incorpora el Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas, creado en 1940. A través de diversas leyes y decretos se van configurando los estudios de las diferentes ingenierías y se integran en Escuelas Especiales de Ingenieros (1886), agrupadas muy posteriormente en el Instituto Politécnico Superior (1966), que con la Ley General de Educación (1970) se convierte en la Universidad Politécnica de Madrid.

Ante la demanda social se han ido creando más Escuelas de Agronomía, y actualmente en España se imparten estos estudios en diecisiete centros, quince de ellos públicos y dos privados. Esos Centros responden -con excepción de un caso- al tipo de Escuela Técnica Superior de Ingeniería y están integrados en Universidades, tres de ellas Politécnicas (Tabla 1).

Tabla 1. Centros en los que se imparten estudios de Ingeniero Agrónomo.

UNIVERSIDAD	TIPO	CENTRO	LOCALIDAD
Almería	pública	Escuela Politécn. Superior	Almería
Castilla-La Mancha	pública	Escuela Técnica Superior	Albacete
Córdoba	pública	Escuela Técnica Superior	Córdoba
Extremadura	pública	Escuela Técnica Superior	Badajoz
La Laguna	pública	Escuela Técnica Superior	La Laguna
León	pública	Escuela Superior y Técnica	León
Lérida	pública	Escuela Técnica Superior	Lérida
Miguel Hernández de Elche	pública	Escuela Politécn. Superior	Orihuela
Politécnica de Cartagena	pública	Escuela Técnica Superior	Cartagena
Politécnica de Madrid	pública	Escuela Técnica Superior	Madrid
Politécnica de Valencia	pública	Escuela Técnica Superior	Valencia
Navarra	pública	Escuela Técnica Superior	Pamplona
Santiago de Compostela	pública	Escuela Politécn. Superior	Lugo
Valladolid	pública	Escuela Técnica Superior	Palencia
Zaragoza	pública	Escuela Politécn. Superior	Huesca
Católica de Ávila	privada	Facultad Ciencias y Artes	Ávila
Europea Miguel de Cervantes	privada	Escuela Politécn. Superior	Valladolid

### 3. ¿POR QUÉ LA QUÍMICA EN LA FORMACIÓN DEL INGENIERO AGRÓNOMO?

Según la UNESCO, la profesión de *ingeniero* consiste esencialmente en “crear, modificar y valorar el entorno del hombre para satisfacer sus necesidades, tal como las concibe la sociedad de la época”. Y según la definición expuesta en el Diccionario de la Real Academia Española, los estudios de ingeniería comprenderían “el conjunto de conocimientos y técnicas que permiten aplicar el saber científico a la utilización de la materia y de las fuentes de energía”. De ahí que el ingeniero deba alcanzar una sólida

formación técnica que, unida a un saber científico, le permitan aplicar los descubrimientos de la Ciencia al perfeccionamiento de la Técnica, tal como también lo indica la Federación Europea de Asociaciones Nacionales de Ingenieros (*FEANI*). Por ello, sería mejor decir que el ingeniero habrá de recibir una formación en una técnica científica. Refiriéndonos al caso concreto de *ingeniero agrónomo*, esta formación le deberá proporcionar las bases teóricas y tecnológicas necesarias para que sea capaz de aplicar las técnicas de la ingeniería a los problemas de la agricultura. Esto supone que entre las tareas primordiales del ingeniero agrónomo se encuentren:

- La rentabilización de explotaciones agrícolas así como las ganaderas, lo cual implica a su vez la planificación de regadío, siembra y recolección, así como el diseño, fabricación e instalación de maquinarias agrarias y ganaderas.

- La aplicación de procedimientos para la industrialización de productos agrarios ganaderos y realización del control de calidad.

- Estudio de prevención de plagas y de enfermedades de plantas y animales.

En definitiva, el objetivo formativo primordial de esta titulación es que el ingeniero agrónomo sea capaz de llevar a cabo una de sus funciones esenciales: generar soluciones innovadoras en su tarea de diseñar y poner en práctica sistemas para un mejor aprovechamiento de los recursos naturales de tipo biológico.

Por otra parte, los *conocimientos de Química* constituyen una herramienta fundamental -aunque, evidentemente, no la única- para poder llevar adelante este objetivo. El ingeniero agrónomo habrá de poseer en esta materia un conocimiento teórico de principios, leyes y conceptos fundamentales, así como de otros más específicos, y también habrá de adquirir una destreza en determinadas técnicas y procedimientos experimentales propios del laboratorio químico. El comprender la estructura de las moléculas de los seres vivos, es decir, de las biomoléculas, le permitirá justificar muchas de sus propiedades e interpretar las reacciones bioquímicas, lo cual da la clave a su vez para trabajar en diferentes áreas de esta profesión (como son, entre otras, la prevención de enfermedades de plantas y animales o determinadas técnicas de manipulación y conservación de alimentos). Los métodos químicos y químicofísicos permiten, por ejemplo, la determinación de ciertas características de los suelos y su validez o necesidades ante la posible mejora de cultivos. Por otra parte, la química proporciona también vías para el reciclaje de residuos o para su mejor eliminación, así como para minimizar los efectos de muchos procesos de contaminación.

#### **4. LA QUÍMICA EN LOS PLANES DE ESTUDIO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

En este trabajo discutiremos los contenidos de Química de esta titulación, tomando el caso concreto de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid. El motivo de esta elección ha sido, sobre todo, el hecho de ser este Centro, en origen, el de mayor antigüedad en cuanto a la impartición en España de este tipo de estudios, como ya se ha comentado anteriormente. Por otra

parte, nos limitaremos a analizar los dos últimos Planes de Estudio, por considerar que son el resultado de la convergencia de dos perspectivas: por una parte, la marcada por la experiencia didáctica acumulada por el desarrollo de planes anteriores y, por otra, la de las tendencias más actualizadas en cuanto a contenidos a estudiar y a su tratamiento.

- Plan de Estudios de 1974

Este plan fue publicado en el Boletín Oficial del Estado el 30 de octubre de 1976 (Orden de 16 de septiembre de 1976), introduciéndose posteriormente una serie de modificaciones: Órdenes de 3 de febrero de 1982 y de 6 de septiembre de 1984 y Acuerdo de 25 de noviembre de 1986 (1). Se organiza así en seis cursos y éstos se distribuyen en dos ciclos: un primer ciclo de dos cursos comunes (1º y 2º) y un segundo ciclo de cuatro cursos (3º a 6º), organizados según cinco especialidades.

Las diferentes asignaturas de Química que presenta este Plan y sus características se señalan en las Tabla 2 y 3.

Tabla 2. *Asignaturas fundamentalmente de Química.*

Asignatura	Curso	Especialidad	Nº horas/semana
Química	1º	común	6 (3 teor. + 3 práct)
Química Analítica	2º	común	6 (3 teor. + 3 práct)
Ampliación de Química y Bioquim.	2º	común	5 (3 teor. + 2 práct)
Química Agrícola	3º	Fitotecnia	7 (3 teor. + 4 práct)
	3º	Industrias Agrarias	7 (3 teor. + 4 práct)
	4º	Zootecnia	7 (3 teor. + 4 práct)

Tabla 3. *Asignaturas de carácter multidisciplinar con contenidos de Química.*

Asignatura	Curso	Especialidad	Nº horas/semana
Edafología y Climatología	3º	Economía	4 (2 teor. + 2 práct)
	3º	Fitotecnia	3 (2 teor. + 1 práct)
	3º	Industrias Agrarias	5 (3 teor. + 2 práct)
	3º	Ingeniería Rural	5 (3 teor. + 2 práct)
	3º	Zootecnia	3 (2 teor. + 1 práct)
Bioquímica y Bromatología	4º	Industrias Agrarias	7 (4 teor. + 3 práct)

- Plan de Estudios de 1996

La organización de la enseñanza del título universitario oficial de Ingeniero Agrónomo conforme a los Nuevos Planes de Estudio se ha llevado a cabo bajo las directrices generales del Real Decreto 1451/1990 (2). Según estas directrices, se fijan unas materias troncales, cuyos contenidos habrán de estar presentes en todos los centros donde se imparta esta titulación, determinando asimismo un número de

créditos mínimo para cada materia (la docencia de profesores y el tiempo requerido por parte alumnos para el estudio de cada asignatura se cuantifica en cierta manera mediante el *crédito* como unidad de medida, siendo un crédito equivalente a 10 horas lectivas). Partiendo de esas directrices generales cada centro hace una reelaboración y distribución de los contenidos troncales, repartiéndolos generalmente en diferentes asignaturas (troncales, por tanto) y ofertando además otras, según su propio criterio: obligatorias (con este carácter sólo en ese centro), optativas y de libre configuración. Pero siempre manteniendo las proporciones de créditos dictaminadas también en esas directrices generales y observando asimismo la relación de créditos teórico-prácticos. Éstas últimas se concretan así en el Plan de Estudios ofertado por cada centro donde se imparta la titulación correspondiente.

De esta manera, el Nuevo Plan de Estudios de la E.T.S.I. Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid, actualmente vigente, fue publicado en el B.O.E. el 18 de octubre de 1996 (Resolución de 1 de octubre de 1996) y corregido en la Resolución de 21 de julio de 1997 (3). La docencia se organiza en torno a cinco cursos (dividido cada uno en dos cuatrimestres), distribuidos en dos ciclos, con un total de 400 créditos. En el primer ciclo (157 créditos) se sitúan los cursos de 1º y 2º, y los tres cursos restantes en el segundo ciclo (243 créditos), en el que además de una serie de asignaturas troncales y obligatorias, se ofertan también otras asignaturas optativas vinculadas a diferentes orientaciones (en un total de nueve orientaciones) y las denominadas de libre elección. Cada asignatura contempla, además, una determinada cantidad de créditos asignados a la realización de prácticas (219,8 créditos de teoría y 180,2 de prácticas). Refiriéndonos a la Química, las directrices generales daban como materia troncal los siguientes contenidos:

*Fundamentos Químicos de la Ingeniería*: Química general y orgánica. Análisis instrumental. Bioquímica. Operaciones básicas de la Química del sector. 12 Créditos

En el Plan de Estudios de Ingeniero Agrónomo de la Universidad Politécnica de Madrid (4), los contenidos de Química se distribuyeron en una serie de asignaturas, cuya ubicación por cursos se describe en las Tablas 4 y 5.

Tabla 4. *Asignaturas fundamentalmente de Química.*

Asignatura	Curso	Carácter	Créditos	Duración
Química	1º	Troncal	9	Anual
Análisis Instrumental	1º	Obligatoria	3	Cuatrimstral
Química Inorgánica	1º	Optativa	6	Cuatrimstral
Bioquímica	2º	Troncal	6	Cuatrimstral
Fundamentos Análisis Agrícola	2º	Optativa	6	Cuatrimstral

Tabla 5. Asignaturas de carácter multidisciplinar con contenidos de Química.

Asignatura	Curso	Carácter	Orientación	Créditos	Duración
Edafología y Climatología	1º	Troncal	Común	7	Anual
Contaminación Química en el Medio Agroforestal	4º	Optativa	Medio Ambiente	4,5	Cuatrimestral
Química Biológ. Prod. Fitosanit.	4º	Optativa	Protección de Plantas	6	Cuatrimestral
Química y Fertilidad de Suelos	4º	Optativa	Ordenación del Territorio	6	Cuatrimestral
Componentes del Suelo	3º	Optativa	Ordenación del Territorio	3	Cuatrimestral
Técnicas Transform. y Elaborac. Industr. Agraria y Aliment. I y II	3º	Optativa	Industrias Agrarias y Alimentarias	6 y 3	Cuatrimestral
Ampliación de Bioquímica	3º	Optativa	Protección y Mejora de Plantas	6	Cuatrimestral
Bases Bioquím. Alim. Animal	3º	Optativa	Producción Animal	4,5	Cuatrimestral
Bioquímica y Nutrición	3º	Optativa	Industrias Agrarias Alimentarias	4,5	Cuatrimestral
Fitotecnia	3º	Troncal	Común	9	Cuatrimestral
Tratamiento de Residuos	4º	Optativa	Medio Ambiente	6	Cuatrimestral
Análisis de Alimentos	5º	Optativa	Industrias Agrarias Alimentarias	4,5	Cuatrimestral
Aguas residuales en la Industria Alimentaria	2º ciclo	Libre elección	-	4,5	Cuatrimestral

## 5. COMENTARIOS GENERALES SOBRE LAS ASIGNATURAS FUNDAMENTALMENTE DE QUÍMICA

- La asignatura de *Química* (troncal) está constituida por una serie de temas que contemplan los principios básicos de Química: el estudio de la naturaleza de la materia (constitución del átomo y teoría de enlaces), estados físicos de la materia y propiedades de disoluciones y coloides, bases de termoquímica, de cinética y de equilibrio químico en sus distintos tipos y una introducción a la Química de los compuestos orgánicos (revisión de las funciones orgánicas, con su estructura, propiedades y reactividad), incluyendo también polímeros naturales y sintéticos.

- En la asignatura de *Análisis Instrumental* (obligatoria) se estudian las bases teórico-prácticas de los más importantes métodos químico-físicos de análisis. Se incluyen así distintos tipos de espectroscopia, métodos electroanalíticos y métodos de separación, así como otras técnicas instrumentales de análisis, seleccionados en función sobre todo de su proyección en las tareas de la ingeniería agraria.

- La *Química Inorgánica* (optativa) atiende esencialmente a los recursos que la Naturaleza nos ofrece, clasificándolos según los tres estados de la materia. Se estudian determinados elementos y sus compuestos más importantes, en cuanto a sus propiedades y reacciones, justificándolas según los principios de estructura de la materia. Se tratan el hidrógeno, el oxígeno y el nitrógeno, y con ello también la atmósfera, la hidrosfera y su contaminación, así como determinados metales y elementos como el azufre, fósforo, carbono o silicio por su uso y repercusión en la agricultura. Por último, algunos temas se dedican ya directamente a productos químicos agrícolas y alimenticios.

- La *Bioquímica* (troncal) es una de las materias fundamentales para el ingeniero agrónomo. Esta Química de los organismos vivos tiene una gran componente química pero, a la vez, una marcada diferenciación con ésta. Por ello, para conocer los principios generales de la bioquímica estructural, es decir, la clasificación y las características generales de las principales biomoléculas, es necesario conocer la teoría de enlaces y la química orgánica, mientras que el estudio del metabolismo se debe afrontar principalmente conociendo los principios de catálisis y los procesos redox.

- En los *Fundamentos de Análisis Agrícola* (optativa) se complementan las técnicas analíticas mediante distintos métodos ya no de tipo instrumental. Se estudia el análisis cualitativo (por reacciones analíticas) y también el cuantitativo (esencialmente el realizado mediante distintos tipos de volumetrías). Se incluyen también diversos casos de análisis aplicado a la agricultura, como son los análisis de aguas, suelos, plantas o fertilizantes.

## **6. COMENTARIOS GENERALES SOBRE LOS CONTENIDOS DE QUÍMICA EN ASIGNATURAS DE CARÁCTER MULTIDISCIPLINAR**

- En la asignatura *Edafología y Climatología* (troncal) se imparten, entre otros, contenidos básicos de Química de suelos, enfocándose principalmente hacia la distinción de las distintas fracciones que los constituyen, la interpretación de sus propiedades químicas, el conocimiento de las reacciones que tienen lugar entre sus componentes y de cómo influyen éstas en su fertilidad y en su posible contaminación por otros factores externos. También se estudia la composición química de la atmósfera a la hora de entender mejor los fenómenos meteorológicos.

- En *Contaminación Química en el Medio Agroforestal* (optativa) se da explicación al comportamiento químico de ciertas sustancias contaminantes al ser liberadas en el medio natural, tanto por acción de la naturaleza como de la actividad humana, y a las repercusiones que ello tiene en los seres vivos y en la agricultura. Para ello se estudian la composición y características del medio (atmósfera, agua y suelo) y

las transformaciones a las que se ve sometido por la contaminación, así como el origen de estos contaminantes y los diversos tipos de tratamientos encaminados a su prevención y eliminación.

- La asignatura *Química Biológica de los Productos Fitosanitarios* (optativa) hace referencia a la clasificación, composición química y aplicación de los productos fitosanitarios (insecticidas, fungicidas y herbicidas), así como a sus efectos en las patologías de los cultivos. Centrándonos en el campo de la química, se estudian las sustancias que los componen, sus propiedades físicas y químicas y cómo basándose en esta composición se clasifican dichos productos.

- En *Química y Fertilidad de Suelos* (optativa) se amplían los conocimientos relacionados con el comportamiento químico de los suelos estudiados en *Edafología* y *Climatología*. La asignatura explica los equilibrios químicos que tienen lugar entre las sustancias que se encuentran en las partículas del suelo, el agua y el aire, cómo afecta esto a la disponibilidad de nutrientes y contaminantes, y por consiguiente a su fertilidad o a su posible contaminación.

- La asignatura *Componentes del Suelo* (optativa) se centra en el estudio de la composición química de las distintas fracciones que forman el suelo: sólida (orgánica o mineral), líquida (solución del suelo) o gaseosa (aire del suelo), y en las interrelaciones que ocurren entre todas ellas.

- En *Técnicas de Transformación y Elaboración en la Industria Agraria y Alimentaria I y II* (optativas) se enseñan los diversos procesos, tanto físicos como químicos, que se llevan a cabo en este tipo de industrias para transformar los alimentos. Entre ellas se incluyen algunas operaciones básicas como la evaporación, destilación, extracción, cristalización, decantación, etc.

- Las asignaturas *Ampliación de Bioquímica*, *Bases Bioquímicas de la Alimentación Animal* y *Bioquímica y Nutrición* (optativas) amplían los contenidos de la asignatura troncal de *Bioquímica*, prestando especial atención a los aspectos más importantes relativos a la fisiología vegetal, la alimentación animal y la nutrición humana, respectivamente.

- En *Fitotecnia* (troncal) se trata, entre otros, el tema de la fertilización, mediante la cual se suministran a las plantas los nutrientes necesarios que no ha podido aportar el suelo. También se estudia la importancia para los cultivos de ciertas características de manejo y propiedades de los suelos como pueden ser su acidez, salinidad, sodicidad, cantidad y calidad de la materia orgánica y agua de riego empleada, así como las técnicas orientadas a detectar y corregir posibles problemas asociados.

- En *Tratamiento de Residuos* (optativa) se estudian diferentes técnicas empleadas en la eliminación y reciclaje de los residuos y la utilización de éstos en la agricultura. Entre dichas técnicas de eliminación se revisan algunos tipos de tratamientos químicos y también se analiza el valor que como fertilizantes o como mejoradores de suelo tienen los residuos al ser aplicados al campo. Asimismo se describe la metodología analítica utilizada en el estudio de estos productos.

- La asignatura *Análisis de Alimentos* (optativa) describe diferentes métodos analíticos utilizados en el control de calidad de los alimentos, entre los que se encuentran los de carácter físico-químico, orientados a analizar la composición de estos productos.

- *Aguas Residuales en la Industria Alimentaria* (libre elección) trata de la caracterización de estas aguas y de sus sistemas de tratamiento físico, químico y biológico.

## **7. CONCLUSIONES**

Dentro de la preparación integral del ingeniero agrónomo es imprescindible la participación de una sólida formación en ciencias básicas, entre las que obviamente se encuentra la química. La utilización de recursos naturales de origen vegetal y animal con un mejor aprovechamiento de los mismos implicará la transformación más adecuada de esos recursos, en el sentido de conseguir una mayor productividad, que redunde en una rentabilidad más alta desde el punto de vista económico. Pero, además, la meta final es que la mejora del bienestar de los seres humanos tenga carácter global, con lo que ese progreso económico deberá ir acompañado de un progreso también en la calidad de vida.

Es indudable que la utilización y transformación de los recursos naturales es una tarea cuyo cumplimiento altera en mayor o menor medida el medioambiente, en cuanto a que se produce la disminución consiguiente de esos recursos, ciertos tipos de contaminación y la acumulación de residuos. Es decir, que esa “transformación más adecuada” de los recursos habrá de contemplar los problemas que puedan surgir de una explotación irracional de los mismos y de una industrialización poco cuidadosa con el entorno. En consecuencia, el ingeniero agrónomo deberá tener una actitud de clara defensa del medio ambiente y de respeto por los recursos naturales. Por esto, otro de sus cometidos será tomar conciencia de esos problemas, preverlos para evitar que se produzcan en la medida de lo posible y buscar soluciones para paliar sus efectos una vez que hayan surgido. Con lo cual, contribuirá a mantener las reglas de protección de la naturaleza y del desarrollo sostenible. Y la Química juega un importante papel en todo ello.

## **REFERENCIAS**

1. Ministerio de Educación y Ciencia: Orden de 16 de septiembre de 1976 (B.O.E. 30/10/1976); Orden de 3 de febrero de 1982 (B.O.E. 07/05/1982); Orden de 6 de septiembre de 1984 (B.O.E. 12/12/1984); Acuerdo 25 de noviembre de 1986 (B.O.E. 27/01/1987).
2. Ministerio de Educación y Ciencia: Real Decreto 1451/1990 de 26 de octubre (B.O.E. 20/11/1990)
3. Universidad Politécnica de Madrid: Resolución de 1 de octubre de 1996 (B.O.E. 18/10/1996); Resolución de 21 de julio de 1997 (B.O.E. 06/08/1997).
4. Pag web E.T.S.I.Agrónomos: <http://www.etsia.upm.es/>



## QUÍMICA PARA INGENIEROS ¿HACIA EUROPA?

*M<sup>a</sup>, Cristina Rivero Núñez<sup>1</sup>, M<sup>a</sup>, José Melcón de Giles<sup>1</sup>,  
Francisco Fernández Martínez<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>E.T.S.I. de Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid  
Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid.

<sup>2</sup>E.U.T.I. Industrial, Universidad Politécnica de Madrid  
crivero@etsit.upm.es

*El reto de la Convergencia Europea lleva a plantearse la docencia en la Universidad de una manera diferente. Más aún en el caso de algunas ingenierías en las que los alumnos consideran que la Química es algo tangencial a su formación. Tratando de resolver estos problemas y, al mismo tiempo, de optimizar los recursos de la Universidad, se plantea una metodología diferente en una asignatura de contenidos químicos y físicos que ha resultado altamente satisfactoria tanto para profesores como para alumnos.*

### 1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la Química en algunas ingenierías se hace verdaderamente difícil, pues por una parte los alumnos no traen una buena predisposición, y por otra los planes de estudio han apartado estas materias de la troncalidad, por lo que podríamos decir que el comienzo es en un medio hostil.

Como por otra parte, estamos convencidos de que la Química, junto con la Física y las Matemáticas, forman la base de las Ciencias que contribuyen al avance científico y tecnológico de nuestra sociedad, nos vemos en la necesidad de intentar acercarnos a nuestros alumnos (1).

En el momento actual estamos en una época de cambios. En la declaración de Bolonia, firmada en 1999 por 29 estados de la U.E. y ratificado, en sus contenidos principales, en la última reunión de Bergen de este año por 45 Estados, hay un compromiso de coordinación de políticas educativas, para conseguir antes de 2010 la creación del Espacio Europeo de Educación Superior (2).

Entre los objetivos que se señalan en la Declaración de Bolonia están el establecimiento de un sistema de créditos europeo, como los ECTS, , la utilización de un sistema de calificaciones que permita una comparación entre las utilizadas en los diferentes países y la implantación del suplemento europeo al título, que facilitará una lectura inmediata del expediente del alumno.

Con todo lo anterior decidimos utilizar nuevas metodologías, tanto de enseñanza como de evaluación, tratando de interesar a nuestros alumnos en la Física y la Química, buscando nuevas motivaciones y que el aprendizaje sea más eficaz.

## 2. PLANTEAMIENTO

La búsqueda de nuevas formas de plantear la docencia en una situación real que es nuestro entorno, la Universidad Politécnica de Madrid, y el lugar en que trabajamos (la E.T.S.I. de Telecomunicación) requiere comenzar con el análisis de ciertos datos objetivos:

- Una gran parte de los alumnos considera que la carga docente teórica es alta, con pocas prácticas y salen de la Escuela sin mucha habilidad manual y sin haber manipulado “grandes aparatos”.

- Las empresas nos hablan de la alta formación de nuestros titulados, pero de la gran dificultad que tienen para trabajar en equipo.

- En nuestra Escuela hay un amplio sector de investigadores que tienen que utilizar varios tipos de materiales en sus estudios.

Todo lo anterior nos lleva a pensar en una asignatura nueva, de libre elección que permite mucha libertad a la hora de diseñarla, con pocos alumnos inicialmente para que sirviese de ensayo, y, evidentemente una asignatura práctica, o al menos con un mínimo de teoría, en la que se potenciase el trabajo en equipo.

Sabemos que un laboratorio tiene que tener un desembolso inicial muy fuerte, y lo que pretendíamos hacer era inviable si nos circunscribíamos a nuestra Escuela, pero ya que la parte práctica de nuestra investigación, al menos en parte, la estamos efectuando en otro Centro de nuestra Universidad, la E.U.I.T. Industrial, que sí está dotada de los instrumentos y tecnología que estábamos necesitando y sabiendo que un objetivo interesante es optimizar recursos, decidimos pedir su colaboración.

El Departamento de Química Industrial y Polímeros de la E.U.I.T. Industrial nos dio todo tipo de facilidades, al igual que la Dirección de la Escuela, y así pudimos ofertar un laboratorio donde el alumno pudiese trabajar en el análisis de distintos materiales empleando instrumentación no disponible en la E.T.S.I. de Telecomunicación.

Con todo, otro de los grandes objetivos era tratar de avanzar hacia la Convergencia Europea y, por tanto, que la asignatura se pudiese enmarcar en el nuevo Espacio Europeo, por lo que nuestras preocupaciones fueron el estilo de aprendizaje, el tiempo que tuviera que dedicar el alumno a la asignatura y la metodología de evaluación, que en ningún caso queríamos que fuese el tradicional examen final.

## 3. METODOLOGÍA

Todas las ideas anteriores había que enmarcarlas en unos principios metodológicos, definidos (3) de la siguiente manera:

- Modelo educativo centrado en el aprendizaje.
- Modelo educativo con aprendizaje autónomo.
- Modelo educativo tutorizado por los profesores.
- Modelo que enfoca el proceso aprendizaje-enseñanza como trabajo cooperativo entre profesor y alumnos.

- Modelo educativo que utiliza la evaluación estratégicamente y de modo integrado con las actividades de aprendizaje y enseñanza.
- Modelo educativo donde adquieren importancia el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC), así como otras lenguas extranjeras.

#### **4. OBJETIVOS**

Los objetivos generales establecidos para esta asignatura son los siguientes (4):

##### **Objetivos cognitivos:**

- Conocer la existencia de los métodos de análisis instrumental.
- Conocer los fundamentos teóricos de los métodos de análisis instrumental que se van a emplear (rayos X, ultravioleta - visible e infrarrojo).
- Entrar en contacto con los laboratorios de análisis.
- Conocer los mínimos de seguridad e higiene en un laboratorio.
- Aprender a utilizar diferentes espectrógrafos.
- Aplicar diferentes métodos de análisis.
- Comparar técnicas analíticas.
- Conocer las ventajas e inconvenientes de cada una y, por tanto, aplicar la más adecuada en diferentes casos.
- Aplicar los conocimientos adquiridos para la búsqueda de nuevas aplicaciones.
- Conectar la teoría y un laboratorio de alumnos con el mundo real empresarial.

##### **Objetivos competenciales:**

- Mejorar la capacidad de análisis mediante la aplicación de los conocimientos adquiridos a otros tipos de ensayos.
- Potenciar la capacidad de aplicar conocimientos a la práctica.
- Aumentar la capacidad para adaptarse a nuevas situaciones trabajando en otra Escuela y en otro entorno.
- Practicar técnicas de trabajo en equipo mediante la realización prácticas y de memorias conjuntas.
- Mejorar la capacidad para organizar y planificar el trabajo.
- Practicar la exposición pública de trabajos.
- Realizar búsqueda bibliográfica y científica en general.
- Fortalecer el conocimiento escrito de idioma inglés.
- Utilizar medios informáticos (*hardware* y *software*).

#### **5. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

Como suele ser común en los laboratorios, la asistencia es obligatoria, las prácticas se realizan en grupo y, participando activamente en clase, se alcanza el aprobado; con esto se pretende eliminar la presión de la nota y del examen.

El resto de actividades son voluntarias, y la evaluación final es aditiva. Dichas actividades se reparten como se indica a continuación:

- Participación activa tanto en las clases teóricas como en los laboratorios, en la visita a una empresa y en las sesiones de exposición de los proyectos (es el requisito indispensable para aprobar la asignatura).
- Elaboración de la memoria de las prácticas realizadas.
- Elaboración y exposición de un proyecto de investigación.
- Realización de un breve resumen de la visita a empresas.

Cada una de estas actividades se califica como sigue:

- Participación en clases y laboratorios: 5 puntos .
- Memoria de prácticas: hasta 2 puntos.
- Realización del Proyecto de investigación y exposición: hasta 2,5 puntos.
- Resumen de la visita: 0,5 puntos.

## 6. CARGA DOCENTE

La equivalencia en ECTS, para una asignatura de 4 créditos, representa una carga que debe estar entre 75 y 90 horas de trabajo del alumno (2). La tabla siguiente recoge la distribución de tiempos previsible en las diferentes actividades.

Tabla 1. *Tiempo dedicado por el alumno a actividades en las que el profesor tiene la parte más activa*

	<i>Descripción de la actividad</i>	<i>Tarea del profesor</i>	<i>Tiempo dedicado por el alumno (I)</i>
<b><i>Teoría</i></b>	Clase Magistral	Explicar conceptos y métodos	10 h.
<b><i>Laboratorio</i></b>	Práctica de laboratorio	Explicar la forma de operar en las diversas técnicas	20 h.
<b><i>Proyectos dirigidos</i></b>	Trabajo individual del alumno	Orientar el desarrollo del proyecto	12 h.
<b><i>Otras actividades</i></b>	A. Defensa del proyecto	A. Orientar y corregir la presentación	<b>A:</b> 5 h.
	B. Visitas a empresas	B. Poner de manifiesto la conexión entre las tareas del laboratorio y las que se llevan a cabo en la empresa	<b>B:</b> 4 h.
<b><i>Tiempo total dedicado</i></b>			<b>51 h.</b>

Tabla 2. *Tiempo dedicado por el alumno en trabajo independiente del profesor.*

	<i>Trabajo independiente del alumno</i>	<i>Tiempo dedicado por el alumno(II)</i>	<i>Método de Evaluación</i>
<i>De clases teóricas</i>	Conocer y comprender conceptos y métodos	5 h.	Asistencia a las clases
<i>Del laboratorio</i>	Elaborar una memoria (por parejas)	12 h.	Realización de las prácticas y calidad de la memoria
<i>En Proyectos dirigidos</i>	Desarrollar un proyecto, incluyendo un resumen	10 h.	Calidad del proyecto
<i>Otras actividades</i>	A. Preparar la exposición del proyecto	A: 5 h.	A. Exposición
	B. Asistir a la visita y elaborar un breve resumen	B 0,5 h.	B. Asistencia y calidad del resumen
<i>Tiempo total dedicado</i>		<b>32,5 h</b>	

El tiempo total dedicado por el alumno a esta asignatura será (I) + (II) = 83,5 horas. Hay que destacar que no se ha hecho cómputo de las horas dedicadas a la evaluación ya que no hay examen.

## 7. CONCLUSIONES

La enseñanza de Química y Física, así como la de otras materias debe orientarse al Espacio Europeo de Enseñanza Superior. Como alternativa a los métodos tradicionales se propone dar mayor participación al alumno, limitando las horas de clases teóricas, aumentando las prácticas y desarrollándose así también su capacidad de autoaprendizaje; esto lleva a un cambio en la forma de evaluación, evitando exámenes e incentivándose el trabajo día a día.

Es importante también desarrollar otras capacidades por lo que se proponen otros tipos de actividades dirigidas a complementar su formación en competencias como la capacidad para trabajar en equipo, para expresarse en público o para adaptarse a otros entornos, mediante la realización de prácticas conjuntas, exposición de trabajos, realizando las prácticas en otro Centro (lo que contribuye también a optimizar los

recursos de la Universidad) o contactando con el mundo laboral. Todo ello redundará en una formación más completa del alumno haciendo también más atractivas materias en las que, por lo menos en algunos casos, puede haber un cierto desinterés.

### **BIBLIOGRAFÍA**

1. M.C. Rivero Nuñez, M.J. Melcón de Giles, *El porqué de la Química en la enseñanza de las Ingenierías*, pp 401-408, en *Didáctica de la Química y Vida cotidiana*, Sección Publicaciones ETSI Industriales de la U.P.M., Madrid (2003).
2. Programa de Convergencia europea, El crédito europeo, Agencia Nacional de evaluación de la Calidad y Acreditación, (2005).
3. A. Fernández March, *Nuevas Metodologías docentes*, en *Talleres de Formación del profesorado para la Convergencia Europea impartidos en la U.P.M.*, (2005).
4. B. Bloom, *Taxonomía de los Objetivos de la Educación. La Clasificación de las Metas Educativas*, Ed. El Ateneo, Buenos Aires (2000).