

La Química como materia básica de los nuevos Grados de Ingeniería

Joaquín Martínez Urreaga y Gabriel Pinto Cañón

Resumen: Los planes de estudio de diferentes ingenierías (por ejemplo las de la rama industrial) deben incluir, según las órdenes ministeriales, al menos seis créditos ECTS de Química Básica. Estos créditos, que en algunas titulaciones serán toda la Química que cursarán los alumnos, han de ser convalidables directamente, según los casos, para facilitar la movilidad de los estudiantes. Con objeto de discutir la selección de contenidos para esa asignatura, en este trabajo se revisan las recomendaciones de algunos documentos y organizaciones (Proyecto Tuning, ABET, Libros Blancos de la ANECA y otros). Como resultado de esta discusión, surgen algunas ideas, muy básicas, sobre lo que podrían ser algunos contenidos y metodologías comunes en esta asignatura de Química común en diferentes ingenierías. Estas bases comunes se desarrollarían luego en cada Grado, para adecuarse a la especificidad de cada Ingeniería, y en cada Centro.

Palabras clave: Educación por competencias, Química en ingenierías, Didáctica de la Química.

Abstract: As a result of recent legislative changes in the Spanish University Education system, a good number of engineering disciplines (for example those of the industrial field) are requiring their undergraduate students to complete at least a semester (6 ECTS credits) of general chemistry. These credits, which in some degrees will be the whole Chemistry that students will study, have to be directly validated, according to the cases, to facilitate the mobility of students. In order to discuss the selection of topics and approaches for this course, suggestions of some documents and organizations (Tuning Project, ABET, White Books of the ANECA and others) are considered. As a result of this discussion, some ideas arise, very basic, on what some contents and common methodologies might be part of this course of common Chemistry in different engineering curricula. These common bases would be developed in every curriculum, to be adapted to the specificity of every engineering field, and in every Faculty.

Keywords: Education Outcomes, Chemistry in Engineering, Chemical Education.

Introducción

Las enseñanzas de Química básica para alumnos de ingenierías, desde distintos puntos de vista (motivación del alumnado, metodología docente, selección de contenidos, etc.) han sido objeto de múltiples estudios.^[1-8] Incluso existen libros de texto específicos, que explican la Química de los primeros cursos universitarios, enfocada de forma especial a alumnos de Ingeniería.^[9,10]

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



J. Martínez
Urreaga

G. Pinto

Departamento de Ingeniería Química Industrial y del Medio Ambiente, E.T.S. de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, José Gutiérrez Abascal 2, 28006 Madrid.

C-e: joaquin.martinez@upm.es

C-e: gabriel.pinto@upm.es

Recibido: 27/01/2010. Aceptado 18/03/2010

El Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales en España, indica que cada plan de estudios de Grado deberá contener un mínimo de 60 créditos europeos (ECTS) de formación básica, de los que, al menos 36, estarán vinculados a algunas materias determinadas para cada rama de conocimiento.^[11]

Estas materias deberán concretarse en asignaturas, con un mínimo de seis créditos cada una, y serán ofertadas en la primera mitad del plan de estudios. La Química es una de las seis materias que el citado Real Decreto señala entre las básicas para la rama de conocimiento de Ingeniería y Arquitectura.

A principios de 2009 se publicaron, a su vez, las órdenes del Ministerio de Ciencia e Innovación, por las que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos oficiales de Grado que habiliten para el ejercicio de profesiones de las distintas ingenierías técnicas.^[12,13] Para un buen número de estas profesiones se indica que el título debe contemplar, en el módulo de formación básica, la adquisición de la competencia “capacidad para comprender y aplicar los principios y conocimientos básicos de la química general, química orgánica e inorgánica y sus aplicaciones en la Ingeniería”.

Por otra parte, aunque se ha iniciado ya la impartición de algunas titulaciones de Grado en Ingeniería durante los cursos 2008/09 y 2009/10, es en el curso 2010/11 cuando se prevé el inicio masivo de estos nuevos títulos de Grado.

En el momento actual, en las distintas Universidades españolas, se han elaborado nuevos planes de estudio, adaptados a las recomendaciones del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). Algunos de estos planes se encuentran todavía en fase de evaluación por la Agencia Nacional de Evaluación y Acreditación (ANECA), mientras que otros están ya en proceso de implantación. Los estudios de Grado, en el caso de las diferentes ingenierías de la rama industrial,

por poner el ejemplo más próximo al entorno educativo de los autores, deben incluir al menos 6 créditos de Química Básica, que han de ser convalidables directamente para facilitar la movilidad de los estudiantes y reducir los índices de fracaso académico, uno de los objetivos del proceso actual de reforma de los estudios superiores. El hecho de que los créditos de materias básicas sean convalidables de forma automática entre Grados de la misma rama, independientemente de su programa, hace que sea útil dialogar sobre los contenidos y metodologías de esta asignatura, con el objetivo de buscar puntos de encuentro que hagan que las convalidaciones sean, además de automáticas, razonables.

Con objeto de discutir la selección de contenidos para esa asignatura, en este trabajo se revisan las recomendaciones de algunos documentos elaborados por diversos organismos.^[14-17] Como resultado de estas discusiones, surgen algunas ideas, muy básicas, sobre lo que podrían ser algunos contenidos y metodologías comunes en esta asignatura de Química común en diferentes ingenierías. Estas bases comunes se desarrollarían luego en cada Grado, para adecuarse a la especificidad de cada Ingeniería, y en cada Centro, para adecuarse a la especificidad de cada plan de estudios.

A la hora de seleccionar los contenidos y las metodologías para una asignatura y, por tanto, a la hora de buscar puntos de encuentro en esas cuestiones, es recomendable analizar la normativa (órdenes ministeriales), las recomendaciones realizadas por diferentes organismos como ANECA (libros blancos)^[14] o ABET (*Accreditation Board for Engineering and Technology*)^[15] y los resultados de algunos proyectos, como los recogidos en el informe Tuning^[16] Además, por supuesto, es necesario analizar de forma realista los recursos disponibles (humanos y materiales), así como la formación previa de los alumnos que llegan a nuestras Escuelas y Facultades.

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

En este trabajo se analizan el Real Decreto de ordenación de enseñanzas universitarias y algunas órdenes ministeriales, correspondientes a diferentes grados de Ingeniería, como ejemplos representativos de normativa vigente. A continuación, se ha intentado relacionar los posibles contenidos de la asignatura básica de Química con las competencias genéricas que se reco-

gen en el informe Tuning para todos los estudios superiores. En la misma línea, se han buscado relaciones con los requisitos de ABET para acreditar los estudios de las diferentes ingenierías, así como con las recomendaciones de los Libros Blancos y otros estudios. Finalmente, se ha analizado de forma breve algunas cuestiones fundamentales relativas a la formación previa de los alumnos que entran en la Universidad.

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

Normativa sobre la Química como materia básica de los Grados de ingenierías

El Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales,^[11] establece en el Capítulo III, sobre *Enseñanzas universitarias oficiales de Grado*, las normas para el reconocimiento de créditos entre Universidades o titulaciones. Según el Artículo 13 (*Reconocimiento de Créditos en las enseñanzas de Grado*): “Siempre que el título al que se pretende acceder pertenezca a la misma rama de conocimiento, serán objeto de reconocimiento los créditos correspondientes a materias de formación básica de dicha rama”.

Como ya se ha indicado, la Química es una de las materias básicas en diferentes ingenierías, entre las que se encuentran los Grados en Ingeniería de: Tecnologías Industriales, Química, Mecánica, Eléctrica y otros, como en Ingeniería Aeronáutica o Agrícola. Así, el resultado de esta redacción del Real Decreto es que los créditos cursados en asignaturas de Química deberán ser reconocidos, esto es, convalidados, cuando un alumno cambie de Centro o titulación. Este hecho hace que sea interesante buscar puntos de encuentro entre los diferentes Centros que imparten asignaturas de Química, para que esa convalidación sea razonable.

La normativa no es muy explícita a la hora de definir esa Química como materia básica de muchas ingenierías. Para encontrar información sobre los contenidos de esa Química hay que ir a las órdenes ministeriales por las que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión, que se han publicado para distintas ingenierías en los primeros meses de 2009. En la bibliografía se recogen algunas de esas Órdenes.^[12,13] Lo que dicen sobre la Química, como materia básica, es bastante escueto: “*Conocimientos básicos de la química general, química orgánica e inorgánica y sus aplicaciones en la Ingeniería*” (título de Ingeniero Técnico Agrícola),^[12] o “*capacidad para comprender y aplicar los principios de conocimientos básicos de la química general, química orgánica e inorgánica y sus aplicaciones en la Ingeniería*” (grados de la Rama Industrial).^[13]

Estas normas se están traduciendo en diferentes planes de estudio. Del análisis de algunos de estos planes, puede deducirse que en muchos casos se irá a seis créditos ECTS de Química en total. En otros casos, habrá lógicamente más créditos dedicados a la Química Básica, tal como se entiende en las órdenes ministeriales. Además, parece que habrá otros

¹ El proyecto Tuning, conocido habitualmente así por la primera palabra de su nombre completo (*Tuning Educational Structures in Europe*), ha sido la respuesta de un grupo de Universidades a la Declaración de Bolonia que, como es bien sabido, aboga por la creación, desde el año 2010, de un Espacio Europeo de Educación Superior coherente, compatible y competitivo, que sea atractivo tanto para los estudiantes y los docentes europeos como de otros continentes. El término *tuning* se puede traducir en español por afinamiento, sintonización o puesta a punto. Cualquiera de las tres acepciones indica perfectamente la filosofía que ha impregnado el proyecto, cuyo objetivo general ha sido servir de plataforma para el intercambio de experiencias y conocimientos entre países, instituciones universitarias y personal docente, con el fin de facilitar una mayor transparencia de las estructuras educativas e impulsar la innovación, mediante la comunicación de las experiencias y la determinación de buenas prácticas. Uno de los resultados más importantes del proyecto Tuning fue la revisión de los estudios universitarios sobre la base del planteamiento de competencias genéricas, clasificándolas en tres grupos: instrumentales, interpersonales y sistémicas.

créditos relacionados con la Química en asignaturas de Medio Ambiente o Materiales, en algunos planes de estudio.

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

Relación con las competencias analizadas en el proyecto Tuning

En el proyecto Tuning, ya citado anteriormente, se estudió un planteamiento de la educación superior basado en que los alumnos alcancen una serie de competencias, planteamiento que coincide con el del Real Decreto 1393/2007, que establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.^[11] En la primera fase del estudio se definieron una serie de competencias genéricas o transferibles (un total de 30) y específicas, éstas para cada rama de conocimiento, y se solicitó a diferentes sectores como graduados, empleadores o académicos, mediante encuestas, que valoraran el interés de las citadas competencias. En la tabla 1 se reproducen las competencias más valoradas por graduados y empleadores.

Tabla 1. Competencias genéricas más valoradas por graduados y empleadores, según el proyecto Tuning.^[16]

Descripción	Clasificación combinada
<ul style="list-style-type: none"> Capacidad de análisis y síntesis. Capacidad de aprender. Resolución de problemas. 	1
<ul style="list-style-type: none"> Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. 	2
<ul style="list-style-type: none"> Capacidad para adaptarse a nuevas situaciones. Preocupación por la calidad. 	3
<ul style="list-style-type: none"> Habilidades de gestión de la información. Habilidad para trabajar en forma autónoma. 	4
<ul style="list-style-type: none"> Trabajo en equipo. 	5

A la vista de esta tabla, está claro que la Química básica, aparte de sus competencias cognitivas específicas, puede aportar mucho en competencias genéricas muy importantes. Por ejemplo, los laboratorios de Química pueden ser de gran relevancia para la formación en competencias como *capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, trabajo en equipo, capacidad de análisis y síntesis* y otras. También la Química impartida en el aula puede ser relevante en otras competencias como *resolución de problemas o conocimientos básicos de la profesión*. Estos resultados pueden informar sobre cómo podemos plantear las asignaturas de forma gené-

rica para que la contribución de la Química a la formación en competencias sea máxima.

Algunas ideas serían:

- Dar la máxima importancia posible a los laboratorios de Química (siempre en función de las disponibilidades humanas y materiales, y recordando que no deben limitarse a un mero trabajo rutinario del alumno, siguiendo un guión a modo de receta).
- Potenciar aspectos como el trabajo en equipo y el trabajo de forma autónoma (en el laboratorio y fuera de él).
- Valorar como un objetivo importante la mejora de la capacidad de los alumnos para resolver problemas.
- Las respuestas de los académicos, dentro del proyecto Tuning, sobre la valoración de las competencias genéricas deseables en los graduados, fueron un poco diferentes, como puede verse en la Tabla 2.

Tabla 2. Competencias genéricas más valoradas por el colectivo de académicos, según el proyecto Tuning.^[16]

Descripción	Clasificación combinada
<ul style="list-style-type: none"> Conocimientos generales básicos sobre el área de estudio. Capacidad de análisis y síntesis. 	1
<ul style="list-style-type: none"> Capacidad de aprender. 	2
<ul style="list-style-type: none"> Capacidad para generar nuevas ideas (creatividad). Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. 	3
<ul style="list-style-type: none"> Capacidad crítica y autocrítica. Capacidad para adaptarse a nuevas situaciones. Conocimientos básicos de la profesión. 	4
<ul style="list-style-type: none"> Comunicación oral y escrita en la propia lengua. Capacidad de trabajar en un equipo interdisciplinar. 	5
<ul style="list-style-type: none"> Habilidades de investigación. 	6

No obstante, también hay competencias muy valoradas en esta lista, que aparecen en los primeros lugares, como los *conocimientos generales básicos o la capacidad para aplicar los conocimientos en la práctica*, en las que la Química puede aportar mucho.

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

Competencias recomendadas por ABET

Otras competencias a considerar son las recogidas por ABET,^[15] que se reflejan en la Tabla 3.

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

Tabla 3. Competencias genéricas propuestas por ABET.^[15]

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

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

Otros estudios sobre competencias a adquirir por los alumnos

Las mismas competencias fundamentales se repiten en otros estudios, como algunos Libros Blancos de ANECA,^[14] o estudios realizados en otros países, también basados en encuestas realizadas a empleadores, graduados y académicos, como los que han analizado recientemente Grant y Dickson en un artículo en una de las revistas editadas por la IChemE (*Institution of Chemical Engineers*).^[17]

Cabe destacar también que ni en los documentos del proyecto Tuning ni en los de ABET se especifican contenidos asociados a las competencias. Hay que recordar que en el nuevo marco

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

A este respecto, cabe reseñar que en una de las encuestas recogidas en el trabajo de Grant y Dickson^[17] (realizada a graduados en Ingeniería Química en el Reino Unido y en Japón), se preguntaba por las competencias que echaban en falta en su formación y aquéllas que poseían en exceso, en relación a sus necesidades. Entre las primeras aparecen algunas que se han repetido en este trabajo, como resolución de problemas o comunicación oral. En cuanto a las competencias en exceso, los graduados opinaron, curiosamente, que poseían un exceso de conocimiento teórico de su disciplina. Esta respuesta, que aparece también en otras encuestas, como algunas recogidas en Libros Blancos, constituye otra opinión a favor de las enseñanzas prácticas.

Los alumnos de nuevo ingreso en la Universidad

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

En los últimos años se han realizado numerosos estudios sobre los conocimientos de los alumnos de nuevo ingreso en la Universidad, unos más fiables que otros. En general, estos estudios indican que existe una gran variabilidad, habiendo algunos alumnos con un nivel muy elevado y otros con un nivel muy bajo en Química o con lagunas significativas en algunos temas, dependiendo de su procedencia.^[18]

Un resultado fundamental en esta línea puede obtenerse simplemente preguntando a los alumnos de primer curso en clase, en una encuesta que puede realizarse en unos minutos. En los últimos años, esas encuestas indican que, aproximadamente, un 40% de los alumnos que entran en la titulación de Ingeniería Industrial en la E.T.S. de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), no han cursado Química en el último curso de Bachillerato.

Aproximadamente un 40% de los alumnos afirma no haber cursado Química en el segundo curso del bachillerato, y el 50% de los alumnos declara no haberse examinado de Química en las pruebas de acceso a la Universidad.

Este resultado es especialmente importante, pues afecta a una de las competencias que deben reunir los futuros ingenieros, el dominio de los conocimientos fundamentales de su rama.

Otra información relevante que puede obtenerse en una encuesta rápida a los alumnos se refiere a la experiencia previa en el trabajo experimental. En los últimos años, aproximadamente un tercio de los nuevos alumnos de Ingeniería

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

Propuesta de contenidos para seis créditos de Química común

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

- La normativa es poco explícita en cuanto a los contenidos y se limita a la necesidad de garantizar los conocimientos básicos y su aplicación.
- Hay una serie de competencias que de forma unánime se consideran esenciales para un ingeniero. La Química puede jugar un papel muy importante en la formación en las ingenierías, en la adquisición de algunas de esas competencias, como las capacidades para el trabajo experimental, el trabajo en equipo o la resolución de problemas.
- Para la adquisición de estas competencias, las metodologías elegidas son a veces, incluso, más importantes que los contenidos seleccionados. Habría que potenciar el trabajo en equipo, el trabajo en resolución de problemas y, especialmente, el trabajo en el laboratorio, que debe incluir responsabilidad del alumno y no únicamente seguir un guión a modo de receta. La aplicación de estas recomendaciones exige disponer de los recursos necesarios, principalmente humanos.
- Entre las competencias que deben poseer los ingenieros se encuentra, por supuesto, disponer de los conocimientos básicos de la rama. En la parte que corresponde a la Química, el dato fundamental es que la mitad de los alumnos que entran en la Universidad tienen un nivel muy bajo de Química, por lo que habría que trabajar especialmente las cuestiones más generales de la Química, y de interés común en todas las ingenierías de la rama industrial, como formulación, fundamentos del enlace químico y fundamentos de los procesos químicos. Estos puntos podían ser la base de contenidos de la asignatura común de seis créditos, como se muestra en la Tabla 4.
- Evidentemente, en la lista expuesta en la Tabla 4 faltan contenidos (en el sentido de que podrían incluirse algunos contenidos más en 6 créditos) y los epígrafes que aparecen están insuficientemente definidos. Así, por ejemplo, el epígrafe Termodinámica y equilibrio puede incluir más o menos contenido teórico, y puede incluir, o no, equilibrios ácido-base, redox u otros, en función de la orientación y las necesidades de cada Centro y cada titulación. Además, entre

los contenidos que no se incluyen en la Tabla 4, hay algunos que podemos considerar esenciales en algunas ingenierías, como la Química de Materiales en la Ingeniería Aeronáutica y que, lógicamente, deberían incluirse en esa asignatura básica y común, en cada uno de los Centros y titulaciones.

Tabla 4. Conocimientos básicos de Química que se sugieren para los alumnos de Ingeniería.

Apartado	Epígrafes
Formulación	<ul style="list-style-type: none"> • Formulación en química inorgánica. • Formulación en química orgánica.
Fundamentos del enlace químico	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura electrónica. • Enlaces tipo y fuerzas intermoleculares. • Propiedades tipo de la materia y de los materiales.
Fundamentos de los procesos químicos	<ul style="list-style-type: none"> • Estequiometría e introducción a los balances de materia. • Disoluciones y cambios de estado. • Termodinámica y equilibrio. • Cinética Química.

Una propuesta de este tipo permitiría que la asignatura tuviera un núcleo común lo suficientemente importante, tanto en contenidos como en líneas metodológicas generales, como para que fuera fácilmente convalidable, permitiendo al mismo tiempo respetar también la autonomía de los diferentes centros y titulaciones.

Otras consideraciones sobre la Química básica en ingenierías

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

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

La Jornada, titulada “*La Química como materia básica de los Grados de Ingeniería*”, fue auspiciada por el *Grupo de Innovación Educativa de “Didáctica de la Química”* de la UPM,^[19] y el *Grupo de Didáctica e Historia de la Física y de la Química* de las Reales Sociedades Españolas de Química y de Física. La Jornada se celebró en la E.T.S. de Ingenieros

Navales de la Universidad Politécnica de Madrid, el 2 de Julio de 2009, lo que constituyó el *Cuarto Foro Bienal de Profesores de Química* organizado en esta Universidad.

En un libro (ver Figura 1), con acceso libre a través de Internet, se recogieron los textos de los trabajos presentados en dicho evento, en forma de exposiciones orales y discusiones.^[20] Dichos trabajos fueron elaborados por un total de 45 autores. Con ello se pretende difundir lo más ampliamente posible las aportaciones elaboradas, por entender que pueden ser de interés a profesores de Química de muy distintos ámbitos, y de forma especial a los involucrados en titulaciones universitarias de Ingeniería.

En la Jornada, de la que ya se informó brevemente en esta revista,^[20] participaron 130 profesores de Universidades de casi toda la geografía española, con aportaciones también de docentes de México.

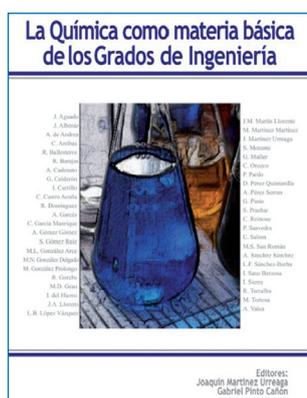


Figura 1. Portada del libro *La Química como Materia Básica de los Grados de Ingeniería*, donde se amplía lo tratado en este artículo.

Los autores de los trabajos recogidos en el libro citado consideran que la formación en Química de los futuros graduados en Ingeniería en las Universidades españolas es una cuestión de sumo interés. Obviamente, el conjunto de los trabajos no se considera como un punto final, sino más bien como un elemento de ayuda para la reflexión sobre cómo abordar las enseñanzas de la Química básica en los nuevos Grados de Ingeniería.

Agradecimiento

Los autores agradecen a la Universidad Politécnica de Madrid la financiación del trabajo, a través del proyecto IE09053505 “*Química, Ingeniería y Sociedad: Reforzando Enlaces*”.

Bibliografía

1. E. J. Bottani, *J. Chem. Educ.* **1993**, *70*, 935–936.
2. I. Beltrán Núñez, O. González Pacheco, *Química Nova*, **1996**, *19*, 558–562.
3. O. H. Pliego, C. S. Rodríguez, M. I. Carbó, N. Peretó, H. S. Odetti, *An. Latinoam. Educ. Quím.* **2002-2003**, *16*, 150–156.
4. O. H. Pliego, C. S. Rodríguez, H. S. Odetti, *Ibid.* **2002-2003**, *16*, 188–195.

5. M. C. Rivero Núñez, M. J. Melcón de Giles, en *Didáctica de la Química y Vida Cotidiana* (Ed. G. Pinto), Sección Publicaciones de la E.T.S.I. Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, **2003**, pp. 401–408.
6. S. Esteban Santos, J. Pérez Esteban, en *Didáctica de la Física y la Química en los Distintos Niveles Educativos* (Ed. G. Pinto), Sección Publicaciones de la E.T.S.I. Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, **2005**, pp. 363–371.
7. M. C. Rivero Núñez, M. J. Melcón de Giles, F. Fernández Martínez, en *Ibid.*, pp. 373–378.
8. S. M. Juárez, O. H. Pliego, C. Rodríguez, *An. Latinoam. Educ. Quím.* **2008-2009**, *26*, 36–39.
9. P. A. Javet, P. Lerch, E. Plattner, *Introduction à la Chimie pour ingénieurs*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, **1995**.
10. L. W. Fine, H. Beall, J. Stuehr, *Chemistry for Scientists and Engineers*, Saunders College Publishing, Fort Worth, **2000**.
11. Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. BOE Núm. 260, 30 de octubre de 2007, pág. 44037. <http://www.boe.es/boe/dias/2007/10/30/pdfs/A44037-44048.pdf> (Acceso en abril de 2010).
12. Orden CIN/323/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Agrícola. BOE Núm. 43, 19 de febrero de 2009, pág. 17719 <http://www.boe.es/boe/dias/2009/02/19/pdfs/BOE-A-2009-2803.pdf> (Acceso en abril de 2010).
13. Resolución de 15 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Universidades, por la que se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros, por el que se establecen las condiciones a las que deberán adecuarse los planes de estudios conducentes a la obtención de títulos que habiliten para el ejercicio de las distintas profesiones reguladas de Ingeniero Técnico. BOE Núm. 25, 29 de enero de 2009, pág. 9883. <http://www.boe.es/boe/dias/2009/01/29/pdfs/BOE-A-2009-1477.pdf> (Acceso en abril de 2010).
14. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA). Libros blancos de los títulos de Grado. <http://www.aneca.es/publicaciones/libros-blancos.aspx> (Acceso en abril de 2010).
15. 2008-2009 *Criteria for accrediting engineering and technology programs*. ABET, Baltimore, USA. <http://www.docstoc.com/docs/5449331/ABET-Criteria-for-Accrediting-Engineering-Technology-Programs-Mapped-to> (Acceso en abril de 2010).
16. *Tuning Educational Structures in Europe*. Informe Final, Fase Uno. Editado por Julia González y Robert Wagenaar. Universidad de Deusto y Universidad de Groningen, 2003. http://www.relint.deusto.es/TUNINGProject/spanish/doc_fase1/Tuning%20Educational.pdf (Acceso en abril de 2010).
17. C. D. Grant y B. R. Dickson. *Educ. Chem. Engin.* **2006**, Vol.1, 23–29.
18. Universidad Politécnica de Madrid. Informe demanda; perfil de los alumnos de nuevo ingreso. Curso 2007/08. http://www.upm.es/innovacion/cd/07_enlaces/analisis_estudios/Informe%20General%202007-2008.pdf (Acceso en abril de 2010).
19. Grupo de Innovación Educativa de Didáctica de la Química de la universidad Politécnica de Madrid. <http://quim.iqi.etsii.upm.es/didacticaquimica/inicio.htm> (Acceso en abril de 2010).
20. J. Martínez Urreaga, Gabriel Pinto Cañón (Eds.), *La Química como Materia Básica de los Grados de Ingeniería*, Sección Publicaciones de la E.T.S.I. Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, **2009**. Accesible en: <http://quim.iqi.etsii.upm.es/didacticaquimica/inicio.htm> (Acceso en abril de 2010).
21. G. Pinto, Noticias de la RSEQ, *An. Quím.* **2009**, *105*(3), 241–242.