PROYECTO ANECA DE CONVERGENCIA EUROPEA

RED DE QUÍMICA DE LAS
UNIVERSIDADES ESPAÑOLAS

ESTUDIO SOBRE EL DISEÑO DEL PLAN DE ESTUDIOS Y TÍTULO DE GRADO EN QUÍMICA

*

Coordina: Universidad Complutense de Madrid

Coordinador:
Jesús Santamaría Antonio

Co-coordinador:
Reyes Jiménez Aparicio

Responsables de los Grupos:

Europa
José Manuel Ricart Pla (U. Rovira i Virgili)

Inserción Laboral
Alfonso Polo Ortiz (U. Girona)

Perfiles Profesionales y Competencias
José Antonio Pérez López (U. Autónoma de Madrid)

Estructura del Título
Mª Ángeles Álvarez Rodríguez (U. Sevilla)

Madrid, 15 de marzo de 2004

INDICE

Páginas

Prólogo 1

Introducción 8

1. Análisis de la situación de los estudios de Química en Europa 10

2.- Modelos de estudios europeos seleccionados y beneficios directos que aportarán a los objetivos del título de Química la armonización que se propone 16

3.- Número de plazas ofertadas en cada Universidad para el título de Química. Demanda de dicho título en primera y segunda preferencia ... 24

4.- Estudio de inserción laboral de los titulados en Química durante el último quinquenio 26

5.- Principales perfiles profesionales de los titulados en Química 42

6.- Importancia de cada una de las competencias transversales en relación con el perfil profesional de químico 44

7.- Competencias específicas de formación disciplinar y profesional de ámbito de estudio de la Química con relación al perfil profesional definido 45

8.- Clasificación de las competencias transversales y las específicas en relación con el perfil profesional 47

9.- Valoración documentada de las competencias señaladas por parte de los colegios profesionales, asociaciones u otro tipo de instituciones 49

10.- Relación entre las competencias y la experiencia académica y profesional de los titulados 51

11.- Objetivos del título a partir de los informes aportados por los datos obtenidos anteriormente 53

11.1.-Objetivos generales del título de Grado en Química 53
11.2.-Objetivos específicos del título de Grado en Química 54

INDICE (Cont...)

Páginas

12.- Estructura general del título 58

13.- Distribución, en horas de trabajo del estudiante, de los diferentes contenidos del apartado anterior y asignación de créditos europeos . 63

13.1.- Determinación del número de horas de trabajo del estudiante 64

13.2.- Asignación de créditos europeos a los contenidos formativos comunes 67

13.3.- Descripción de las materias, número de créditos asignados y áreas de conocimiento a las que se vinculan 82

13.4.- Denominación del título 83

14.- Criterios e indicadores del proceso de evaluación que son más relevantes para garantizar la calidad del Título 84

Bibliografía 89

Anexo 1: Situación actual de las enseñanzas científicas en la Educación Secundaria 91

Anexo 2: Documento del Consejo General de Colegios Oficiales de Químicos sobre perfiles y competencias profesionales *99*

Anexo 3: Organización de las enseñanzas conducentes al Título de Grado en Química..... 104

PROYECTO DE LA RED DE QUÍMICA

PRÓLOGO

El proceso de construcción del Espacio Europeo de Educación Superior iniciado con:

- Las Declaraciones de La Sorbona de 25 de mayo de 1998 (para la armonización del diseño del Sistema de Educación Superior Europeo a cargo de los cuatro ministros representantes de Francia, Alemania, Italia y el Reino Unido) y de Bolonia de 19 de junio de 1999 (sobre "El Espacio Europeo de la Enseñanza Superior" formulada por los Ministros europeos de Educación de 29 Estados europeos).
- Los acuerdos de la reunión celebrada en Praga el 19 de mayo de 2001 y
- La Comunicación de la Conferencia de Berlín celebrada el 19 de septiembre de 2003, (Departamento en la Conferencia de Ministros responsables de Educación Superior de 33 Estados europeos),

insta a los Estados participantes a adoptar un sistema de titulaciones comprensible y comparable que promueva oportunidades de trabajo para los estudiantes y una mayor competitividad internacional del sistema educativo europeo.

Para alcanzar un alto grado de compatibilidad y comparabilidad entre los diferentes sistemas de educación superior, se considera necesario cumplir los siguientes objetivos:

- Adopción de un sistema de títulos de fácil interpretación y comparación, mediante la implantación de un Suplemento Europeo al Título.
- Adopción de un sistema esencialmente basado en dos ciclos principales, grado, y postgrado.
- Implantación de un sistema de créditos, basado en el sistema ECTS, como medio adecuado para fomentar la movilidad de los estudiantes.
- Promoción de la cooperación europea en los procesos de evaluación y acreditación de calidad mediante el desarrollo de metodologías y criterios comparables.
- Promoción de una educación superior de dimensión europea.

Estos objetivos han sido incorporados al ordenamiento jurídico español mediante el artículo 88.2 de la Ley Orgánica de Universidades 6/2001, que persigue "*el fin de cumplir las líneas generales que emanen del espacio europeo de enseñanza superior*" y obliga al Gobierno a "*establecer, reformar o adaptar las modalidades cíclicas de cada enseñanza y los títulos de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional correspondientes a las mismas*". Todo ello no puede interpretarse de otro modo que como una habilitación al Gobierno para dar cumplimiento a lo establecido en el seno del mencionado Espacio Europeo de Enseñanza Superior a través de las Conferencias de Ministros de Educación.

El objetivo así establecido exige una profunda reforma y adaptación de la estructura de los estudios universitarios y de los títulos oficiales con validez en todo el territorio nacional. Reforma que ha comenzado con la publicación de:

- R.D. sobre procedimiento para la expedición por las Universidades del Suplemento europeo al título, BOE 218 de 11/09/03.
- R.D. sobre sistema europeo de créditos y sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias, BOE 224 de 18/09/03.

- Proyecto de Real Decreto por el que se establece la estructura de las enseñanzas universitarias y se regulan los estudios universitarios oficiales de Grado (última versión de 25/09/03).
- Proyecto de Real Decreto por el que se regulan los estudios universitarios oficiales de Postgrado (última versión de 25/09/03).

A este respecto, la Comisión Permanente del Consejo de Estado, en sesión celebrada el día 4 de diciembre de 2003 "en cumplimiento de la Orden, de 10 de noviembre de 2003, ha examinado el expediente relativo al Proyecto de Real Decreto por el que se establece la estructura de las enseñanzas universitarias y se regulan los estudios universitarios oficiales de Grado" y señala lo siguiente:

> *"Se trata de una "norma marco" que permitirá que el Gobierno, ajustándose a los elementos o directrices generales comunes que se incluyen en ella, pueda comenzar a establecer nuevos títulos de Grado" con participación de las Comunidades Autónomas, las Universidades y los "grupos de interés".*
>
> *…habría resultado deseable acometer esta tarea, previa introducción de las oportunas modificaciones en las numerosas normas con rango de Ley que regulan los efectos académicos y profesionales de los títulos universitarios vigentes, cuyo remoto origen histórico y legislativo puede encontrarse en la Ley "Moyano" de Instrucción Pública de 9 de septiembre de 1857 (que establecía los de bachiller, licenciado y doctor). En ausencia de estas previas modificaciones legislativas, la amplia habilitación contenida en el artículo 88.2 de la Ley Orgánica de Universidades debe entenderse sujeta a los límites derivados del principio de reserva de Ley que en relación con las profesiones tituladas resultan del artículo 36 de la Constitución, a los de la autonomía colegial en su caso, a los propios de principio de jerarquía normativa y a los inherentes a la propia habilitación legal conferida.*
>
> *Previsiblemente, el proceso no concluirá con la aprobación de los Reales Decretos de establecimiento de nuevos títulos, pues será necesario modificar el contenido de un importante número de normas que se refieren con carácter general a los títulos de Diplomado o Licenciado: por ejemplo, las relativas a los requisitos exigidos para el acceso a determinados Cuerpos del personal al servicio de las Administraciones públicas (artículo 25 de la Ley 30/1984, de 2 de agosto, de Medidas para la Reforma de la Función Pública y sus normas de desarrollo) o a las equivalencias entre títulos no universitarios y títulos universitarios de carácter oficial con validez en todo el territorio nacional (como la Orden de 18 de abril de 2000, por la que se establece la equivalencia del nombramiento de inspector del Cuerpo Nacional de Policía al título de Licenciado Universitario).*

En las sucesivas reuniones celebradas, desde septiembre de 2003, por el Grupo de Estructura y la Conferencia Plenaria del Proyecto Aneca para el Diseño del Título de Grado en Química, se han tenido en cuenta las consideraciones anteriores de manera previa al establecimiento de los objetivos y estructura del título. Y sobre todo, ante "*la necesidad de integrar en el proceso formativo conocimientos específicos de carácter profesional orientados a la integración en el mercado de trabajo*", tal y como se explicita en el artículo 4.2 del Borrador de Real Decreto de Grado: "*El título de*

Grado surtirá efectos académicos plenos y habilitará para el ejercicio profesional de acuerdo con la normativa vigente".

Se quiere destacar por tanto, que las propuestas que se derivan en este documento, así como su evolución, están condicionadas al futuro marco normativo (desarrollo y publicación de los Reales Decretos correspondientes) y al nivel de competencias profesionales que el Ministerio va a atribuir a cada título universitario y concretamente al Título de Grado en Química.

El único objetivo posible de acordar un "marco común europeo" debe ser el de facilitar un reconocimiento automático de los títulos de Química en Europa para contribuir a la movilidad, de tal manera que "el título concedido al término del primer ciclo corresponderá al nivel de cualificación apropiado para acceder al mercado de trabajo europeo". En relación con lo anterior, la Comisión Permanente del Consejo de Estado, en la citada sesión del día 4 de diciembre, hace mención expresa a:

> *"El hecho de que, por vía de equivalencia, se atribuyan en su caso a los nuevos títulos efectos similares a los que ya poseen los existentes (en muchos casos en virtud de normas con rango de Ley) no debe privar a ninguno de éstos de su virtualidad. Con la finalidad de evitar equívocos o interpretaciones incorrectas que ya se han producido durante la tramitación de la norma, podría incluirse en ella una disposición transitoria que aclarara que ni el Real Decreto proyectado ni los Reales Decretos de establecimiento de nuevos títulos que en su artículo 4 se contemplan, afectarán a los efectos profesionales de los títulos actualmente existentes."*

Un problema previo no tenido en cuenta directamente en esta convocatoria y que condiciona la viabilidad de esta convergencia hacia un espacio europeo de enseñanza superior, lo constituye la distinta duración y contenidos de los estudios de la enseñanza secundaria y bachillerato entre los diferentes países. En el caso Español esto puede tener consecuencias importantes en la duración de los estudios universitarios de grado encaminados a una verdadera armonización con Europa.

PROYECTO DE LA RED DE QUÍMICA

Como consecuencia de la convocatoria de **ANECA** sobre **"Ayudas para el diseño de Planes de estudio y Títulos de Grado"**, se constituyó esta Red Nacional de Química formada por las 33 Universidades públicas y 3 Privadas en las que se imparte el Título de Licenciado en Química. La relación de Universidades y sus representantes se recoge a continuación:

D. Carlos Jiménez González Universidad de A Coruña	D. Juan José Vaquero López Universidad de Alcalá de Henares
Dª. Nuria Grané Teruel Universidad de Alicante	Dª. Carmen Francisca Barón Bravo Universidad de Almería
D. Jordi Gené Torrabadella D. Joseph Ros Budosa Universidad Autónoma de Barcelona	D. José Antonio Pérez López Dª. Nieves Menéndez González Universidad Autónoma de Madrid
D. Fidel Cunill García D. José Manuel Díaz Cruz Universidad de Barcelona	D. Tomás Torroba Pérez Dª. María García Valverde Universidad de Burgos
D. Miguel Ángel Cauqui López Francisco A. Macías Domínguez Universidad de Cádiz	D. Antonio Fermín Antiñolo García D. Antonio de la Hoz Budosa Universidad de Castilla-La Mancha
D. Jesús Santamaría Antonio D. Reyes Jiménez Aparicio Universidad Complutense de Madrid	D. Manuel Blázquez Ruiz Universidad de Córdoba
Dª. Agustina Guiberteau Cabanillas D. Manuel González Lena Universidad de Extremadura	D. Alfonso Polo Ortiz Universidad de Girona
Dª. Carmen Valencia Mirón Universidad de Granada	Dª. Josefa Donoso Pardo D. Juan J. Fiol Alból Universidad de las Illes Balears
D. Manuel Melguizo Guijarro Universidad de Jaén	D. Vicente Moliner Ibánez D. Joaquín Beltrán Arandes Universidad Jaume I de Castellón
Dª. Andrea Brito Alayón Dª. Ana María Afonso Perera Universidad de la Laguna	D. José Joaquín Quirante Sánchez Universidad de Málaga
D. Gregorio Sánchez Gómez Dª. Mª Dolores Santana Lario Universidad de Murcia	D. Agustín Espinosa Boissier Dª. Pilar Cabildo Miranda Universidad Nacional de Educación a distancia (UNED)
D. José Mª Fernández Álvarez Universidad de Navarra	D. José Manuel Concellón Gracia D. José Manuel Fernández Colinas Universidad de Oviedo
Dª. Ana Arrieta Ayestarán Dª Rosa Jiménez Sanz Universidad del País Vasco	D. Luis Comellas Riera Universidad Ramón Llull
D. Pedro Alberto Enriquez Palma Dª. Mª Teresa Vázquez de la Torre Universidad de la Rioja	D. José Manuel Ricart Pla Universidad de Rovira i Virgilí
D. Eladio Javier Martín Mateos Universidad de Salamanca	Dª Cristina Abradelo de Usera Universidad de San Pablo CEU
D. José Manuel Navaza Dafonte Dª. Rufina Bastida de la Calle Universidad de Santiago de Compostela	Dª. María Ángeles Álvarez Rodríguez Dª. Pilar Malet Mainner Universidad de Sevilla
D. José María Moratal Mascarell Dª. Margarita Parra Álvarez Universidad de Valencia	Dª. Mª del Carmen Sañudo Ruíz Universidad de Valladolid
D. Eduardo Freijanes Rivas Universidad de Vigo	Hasta 15 de Febrero - D. Javier Galbán Bernal Desde el 16 de Febrero – Dª. Pilar García Clemente Universidad de Zaragoza

Con objeto de minimizar el coste de los desplazamientos se dividió el país en 6 circunscripciones territoriales constituidas de la siguiente manera:

- **Circunscripción de Madrid-Centro/Canarias**: Alcalá, San Pablo-CEU, UNED, Complutense, Autónoma de Madrid, Castilla la Mancha, La Laguna.
- **Circunscripción de Cataluña**: Barcelona, Autónoma de Barcelona, Ramón Llull, Gerona y Rovira i Virgili.
- **Circunscripción de Levante**: Alicante, Castellón, Murcia, Islas Baleares, Valencia.
- **Circunscripción de Andalucía-Extremadura**: Almería, Cádiz, Córdoba, Granada, Jaén, Málaga, Sevilla, Badajoz.
- **Circunscripción Galicia-Castilla y León**: Santiago, Lugo, A Coruña, Vigo, Burgos, Salamanca, Valladolid.
- **Circunscripción Norte-Ebro**: Bilbao, San Sebastián, Oviedo, La Rioja, Navarra, Zaragoza.

Para facilitar el trabajo de la red, se formó un grupo de coordinación y cuatro grupos de trabajo. La comisión de coordinación se constituyó con el coordinador de la red, los ponentes de los cuatro grupos de trabajo y un representante de cada circunscripción territorial. Los grupos de trabajo se constituyeron con dos representantes de cada una de las circunscripciones territoriales.

COMISIÓN DE COORDINACIÓN

Universidad	Nombre
U. Complutense de Madrid	**Jesús Santamaría Antonio (COORDINADOR)** Reyes Jiménez Aparicio
U. de Alicante	**Balbino Mancheño Magán** Nuria Grané Teruel
U. de Cádiz	**Francisco A. Macías Domínguez**
U. de Barcelona	**Fidel Cunill García**
U. de Salamanca	**Eladio Javier Martín Mateos**
U. de Oviedo	**José Manuel Concellón Gracia**
Grupo Europa	**José Manuel Ricart** José Manuel Navaza Dafonte
Grupo Inserción Laboral	**Alfonso Polo Ortiz** Gregorio Sánchez Gómez
Grupo Perfiles Profesionales y Competencias	**José Antonio Pérez López** Carmen Valencia Mirón
Grupo Estructura General del Título	**Mª Ángeles Álvarez Rodríguez** Nieves Menéndez González

GRUPO EUROPA

Universidad	Nombre
U. Rovira i Virgilli	**José Manuel Ricart Pla (PONENTE)**
U. de Baleares	**Juan Jesús Fiol Rabos** Josefa Donoso Pardo
U. de Murcia	**Mª Dolores Santana Lario** Gregorio Sánchez Gómez
U. de Extremadura	**Agustina Guiberteau Cabanillas** Manuel González Lena
U. de Jaen	**Manuel Melguizo Guijarro**
U. Complutense de Madrid	**Jesús Santamaría Antonio** Reyes Jiménez Aparicio
U. de La Laguna	**Andrea Brito Alayón** Ana María Afonso Perera
U. de Barcelona	**Fidel Cunill García** José Manuel Díaz Cruz
U. de Santiago de Compostela	**José Manuel Navaza Dafonte** Rufina Bastida de la Calle
U. de Burgos	**Tomás Torraba Pérez** María García Valverde
U. del País Vasco (S. Sebastián)	**Ana Arrieta Ayestarán**
U. de La Rioja	**Pedro Alberto Enriquez Palma** Mª Teresa Tena Vázquez de la Torre

GRUPO INSERCIÓN LABORAL

Universidad	Nombre
U. de Girona	**Alfonso Polo Ortiz (PONENTE)**
U. de Murcia	**Gregorio Sánchez Gómez** Mª Dolores Santana Lario
U. de Valencia	**Margarita Parra Álvarez** José María Moratal Mascarell
U. de Almeria	**Carmen Francisca Barón Bravo**
U. de Málaga	**José Joaquín Quirante Sánchez**
U. de Alcalá	**Juan José Vaquero**
U. San Pablo-CEU	**Cristina Abradelo de Usera**
U. Rovira i Virgilli	**José Manuel Ricart Pla**
U. de Vigo	**Eduardo Freijanes Rivas**
U. de Valladolid	**María del Carmen Sañudo Ruiz**
U. del País Vasco (Bilbao)	**Rosa Jiménez Sanz**
U. de Navarra	**José María Fernández Álvarez**

GRUPO PERFILES PROFESIONALES Y COMPETENCIAS

Universidad	Nombre
U. Autónoma de Madrid	**José Antonio Pérez López (PONENTE)** Nieves Menéndez González
U. de Alicante	**Nuria Grané Teruel**
U. Jaume I	**Vicent Moliner Ibáñez** Joaquín Beltrán Arandes
U. de Granada	**Carmen Valencia Mirón**
U. de Málaga	**José Joaquín Quirante Sánchez**
U. de Castilla-La Mancha	**Antonio Antiñolo García** Antonio de la Hoz Ayuso
U. Autónoma de Barcelona	**Jordi Gené Torrabadella** Josep Ros Budosa
U. de Girona	**Alfonso Polo Ortiz**
U. de Burgos	**Tomás Torroba Pérez**
U. de Salamanca	**Eladio Javier Martín Mateos**
U. de Zaragoza	**Javier Galbán Bernal**
U. de La Rioja	**Pedro Alberto Enriquez Palma** Mª Teresa Tena Vázquez de la Torre

GRUPO ESTRUCTURA GENERAL DEL TÍTULO

Universidad	Nombre
U. de Sevilla	**Mª Ángeles Álvarez Rodríguez (PONENTE)** Pilar Malet Maenner
U. de Baleares	**Josefa Donoso Pardo** Juan J. Fiol Albós
U. de Valencia	**José María Moratal Mascarell** Margarita Parra Álvarez
U. de Cádiz	**Miguel A. Cauqui López**
U. Autónoma de Madrid	**José Antonio Pérez López** Nieves Menéndez González
U. Nacional de Educación a Distancia	**Agustín Espinosa Boissier** Pilar Cabildo Miranda
U. Ramón Llull	**Luis Comellas Riera**
U. Autónoma de Barcelona	**Josep Ros Budosa** Jordi Gené Torrabadella
U. de A Coruña	**Carlos Jiménez González**
U. de Valladolid	**María del Carmen Sañudo Ruiz**
U. de Oviedo	**José Manuel Concellón Gracia** José Manuel Fernández Colinas
U. del País Vasco (Bilbao)	**Rosa Jiménez Sanz**

▲ **Titulares**
△ Suplentes

PROYECTO DE LA RED DE QUÍMICA

INTRODUCCIÓN

Sobre la importancia de los estudios en Química

La Química es una ciencia amplia que versa sobre propiedades macroscópicas y microscópicas de compuestos materiales de todo tipo, inorgánicos, orgánicos y biológicos y también sobre todos los aspectos del cambio y de la reactividad. Incluye, la investigación de estructuras y mecanismos de las transformaciones químicas y también naturalmente la síntesis de nuevos compuestos, muchas veces con fines tecnológicos. La Química proporciona también el marco conceptual y la metodología de la Bioquímica y es el núcleo de una gran variedad de actividades industriales importantes.

El pasado 14 de noviembre en el B.O.E. se publicaba la orden 2893/2002 por la que se establecía el Día de la Química, con los siguientes argumentos:

La Federación Empresarial de la Industria Química (FEIQUE), la Real Sociedad Española de Química, el Consejo de Colegios Oficiales de Químicos de España, la Asociación Nacional de Químicos de España, la Federación Estatal de Industrias Afines-UGT, la Federación de Textil-Piel, Químicas y Afines de Comisiones Obreras y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas han solicitado a este Ministerio la declaración del día 15 de noviembre, como Día de la Química. La oportunidad de la fecha se justifica por los solicitantes en que dicho día se celebra la festividad de San Alberto Magno, Patrón de los Químicos.
El objeto de la solicitud planteada es impulsar la divulgación de la ciencia química, sensibilizando a la sociedad sobre su contribución a la mejora de la calidad de vida. Ello contribuiría, por otro lado, a promover la formación, la investigación, el desarrollo y la innovación tecnológica en dicha área.
El Ministerio de Ciencia y Tecnología es plenamente consciente de la relevancia que la ciencia química tiene en cualquier política de impulso a la I+D. No es extraño, por ello, que en el Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (2000-2003) aprobado por el Acuerdo del Consejo de Ministros de 12 de diciembre de 1999, se incluya, entre sus áreas científico-tecnológicas, una referida, precisamente, a Procesos y Productos Químicos.

En esta orden se establece

1. *Se declara «Día de la Química» el 15 de noviembre, cuya celebración tendrá lugar con carácter anual.*
2. *Para conmemorar dicho día, el Ministerio de Ciencia y Tecnología desarrollará acciones que contribuyan a reconocer la relevancia de la ciencia química en el marco del progreso científico y tecnológico.*

En la medalla del premio Nobel que se otorga a las más relevantes aportaciones en el campo de la Física y la Química, se inscribe la cita clásica del poeta romano Virgilio: “La invención ayuda al progreso de la vida por medio de la Ciencia”.

La Química ha evolucionado hasta convertirse en una ciencia de gran amplitud que abarca desde el mundo submicroscópico de los átomos y las moléculas hasta el ámbito de los materiales que utilizamos corrientemente. Al mismo tiempo, la Ciencia actual, no sólo ha desbordado las barreras entre Ciencia pura y Ciencia aplicada, sino que ha roto los compartimentos estancos de las diversas ciencias. Pasaron los tiempos en que podíamos separar la Botánica de la Química o la Física de la Biología,

como ciencias bien definidas e independientes unas de otras y toda ellas sin relación directa con la Técnica. Y es que no sólo han variado las dimensiones y la velocidad de avance del conocimiento científico, sino también las estructuras. Las diferentes disciplinas se mezclan, operan en común y se influyen recíprocamente: la Biología, la Física, la Tecnología de la Información, la Agricultura, la Medicina, la Ingeniería…

Sin embargo, el futuro de la Química no ha hecho más que empezar teniendo en cuenta sus infinitas posibilidades de desarrollo, que exigen la continua aparición de químicas especializadas con nuevos nombres y terminologías. La razón es muy sencilla: no hay límite, con su permanente capacidad de innovación ha tenido siempre un enorme impacto sobre el progreso, desarrollando productos y tecnologías que inciden en todos los campos de actividad de los seres humanos, convirtiéndose en uno de los pilares de la capacidad competitiva de un país. A este respecto, baste señalar el testimonio concreto, presentado por Allchem [1] en su informe "Química: Europa y el Futuro", sobre el determinante papel que la Ciencia Química juega en la protección de la salud y el medio ambiente, en la mejora de las condiciones higiénicas y sanitarias, en la obtención cualitativa y cuantitativa de alimentos para toda la humanidad, y en la fabricación de nuevos y más baratos materiales que permiten mejorar la calidad de nuestras vidas

En el compromiso de desarrollar la Ciencia Química para alcanzar los objetivos citados, la industria y cada una de sus empresas cuenta con el importante apoyo de la Universidad, formadora y precursora de los nuevos talentos que habrán de dirigir el sector, y también de los investigadores científicos, propulsores del avance y futuro progreso.

1.- ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE QUÍMICA EN EUROPA

La Química es una parte de la Ciencia cuyos principios están bien establecidos y que contribuye de manera notable al desarrollo de nuestra sociedad. Por ello es una disciplina que se imparte desde hace muchos años en la mayor parte de las Universidades Europeas. El análisis de los planes de Estudio de las Universidades más importantes de la Unión Europea y el estudio de una serie de documentos [2-9] nos ha permitido conocer la situación de los estudios de Química en Europa que se describe a continuación.

De acuerdo con el documento *Trends 2003* [7] la gran mayoría de universidades Europeas ha introducido o va a introducir próximamente el modelo de Bachelor+Master. En casi la mitad de los países europeos, la mayoría de universidades han empezado la reforma curricular, como resultado del proceso de Bolonia y, en otros 9, sólo lo han hecho una minoría de ellas. Por otra parte un 40% o más de universidades en Bélgica, Francia, Finlandia o Grecia, no han empezado la reforma. Esta situación refleja el estado de decisión política en los distintos países. En España y Portugal, por ejemplo, las Universidades están esperando guías detalladas para la implementación de la nueva estructura.

Inicialmente la estructura 180 ECTS (Bachelor) + 120 ECTS (Master) parece ser la más habitual, aunque también pueden encontrarse 210 ó 240 para el Bachelor. También existen esquemas 240+120, (Eslovenia, países del centro y este europeo). En estos países, debido a su tradición en educación superior, existe la convicción de que una duración de tres años no puede proporcionar una titulación oficial válida en educación superior. Algunos países, como Suecia y Holanda también ofrecen una combinación de 180 + 60 ECTS, aunque en Suecia se está reconsiderando ampliar el Master a 120 [7].

En algunos estados, como el Reino Unido, existen dos tipos de bachelor, BSc (180 ECTS) y BSc. Honors (240 ECTS). El modelo de *Eurobachelor* procede del grupo de Química del *Proyecto Tuning* y, en realidad, recuerda al sistema inglés. Algunas universidades escocesas y de Irlanda del Norte tienen un Bachelor de 4 años, contrariamente a los 3 de Inglaterra y Gales, debido a que el nivel de preparación de la educación secundaria es superior en estos últimos [7].

La edad media de acceso a la Universidad varía entre 18 y 19 años. Así por ejemplo, en Alemania, Bélgica, Finlandia, Italia, Noruega y Suecia, inician los estudios superiores a los 19 años. En Austria, Francia, Grecia, Holanda, Irlanda, Portugal, Suiza, Reino Unido, a los 18. La edad media de los estudiantes en la Universidad es de 22 años.

Tabla 1.1. Edades medias de acceso a la Universidad (Fuente: Euridice)

PAIS	Edad media de ingreso en la universidad
AUSTRIA	18
ESPAÑA	18
FRANCIA	18
GRECIA	18
HOLANDA	18
HUNGRIA	18
IRLANDA	18
LITUANIA	18
PORTUGAL	18
SUIZA	18
REINO UNIDO	18
ALEMANIA	19
BÉLGICA	19
CHEQUIA	19
DINAMARCA	19
ESLOVAQUIA	19
ESLOVENIA	19
ESTONIA	19
FINLANDIA	19
ITALIA	19
LETONIA	19
LUXEMBURGO	19
NORUEGA	19
POLONIA	19
SUECIA	19
ISLANDIA	20

Es difícil conocer el nivel de preparación concreto de los estudiantes al ingreso en la Universidad y si existen diferencias significativas entre países. Sin embargo, puede citarse que los resultados de la edición internacional de la Olimpiada Química, conceden a España una *eficacia* de 8.3, muy inferior a Alemania (73,9), Francia (57,3), Austria (57,3), Reino Unido (56,3) Italia (38,5), Holanda (30,2), Dinamarca (29,2), Suiza (22,9), Bélgica (17,7) o Irlanda (13,7). Lo mismo ocurre en las Olimpiadas de Física y Matemáticas (Informe del Senado). Los resultados españoles son tan bajos que invitan a pensar en una deficiencia notable de la educación secundaria española en Ciencias. Los datos de la prueba de selectividad indican que más de la mitad de los alumnos que pretenden seguir estudios de Ciencias o de Escuelas Técnicas, no superan el nivel mínimo en Química, Matemáticas, y Física. En todo caso, es significativo que en otros países la educación secundaria superior está diseñada con mayor rigor y profundidad y, en concreto, los estudiantes de Química, han recibido mayor formación en áreas científicas que en nuestro país, (Ver Anexo 1).

En cuanto a los grados de Master, existe todavía una significativa variedad en duración y estructura, pero hay una tendencia dominante hacia un master que complete los 300 créditos ECTS. De todos modos, en el Reino Unido, un año típico de Master puede ofrecer también 75 o 90 ECTS, ya que el trabajo se calcula sobre la base de un año completo, sin períodos vacacionales. El Bachelor se acepta como grado terminal en las Islas Británicas: Irlanda (33%) y Reino Unido (50%), pero en el resto de Europa solo algunas instituciones (17%) esperan que los estudiantes egresen con el nivel de Bachelor [7].

Debido a que la diferencia entre los niveles (Bachelor, Master) es nueva en muchos países, queda claro que una reforma real no puede reducirse a fragmentar los programas de un ciclo tradicional en dos ciclos, uno más largo y otro más corto, sin cambiar el currículo. La declaración de Bolonia hacía hincapié en este problema, subrayando que el primer ciclo debe ser relevante en el mercado laboral. La empleabilidad es, por tanto, un criterio importante para la reforma curricular. Este punto debería implicar decisivamente a las asociaciones profesionales. Sin embargo, en pocos países existe una fuerte relación entre asociaciones profesionales y mundo académico [7].

Con motivo de la elaboración de este proyecto se ha realizado una consulta entre profesores universitarios europeos, de la que se desprende una relativa satisfacción inicial con el nuevo esquema. Sin embargo, algunos comentarios indican que la formación del Bachelor no es suficiente y que la formación correcta es la que se obtiene en 5 años, con un esquema 3+2. Se llega así a la impresión de que nuestro licenciado actual es el que correspondería al grado de Master. Los profesores consultados consideran altamente positivo que se alcance la convergencia europea y que el sistema sea homogéneo en todos estos países implicados. Ello deberá facilitar la movilidad de estudiantes y el reconocimiento de los estudios universitarios. Debe recordarse también que una de las recomendaciones del *Proyecto Tuning* es una aproximación en la duración de los estudios.

Por otra parte, debe tenerse en cuenta que un título de 180 créditos supondría también algunos problemas, especialmente por la competencia del campo profesional con algunos títulos de Ciclos Formativos de Ciclo Superior (CFCS), que han sustituido a la Formación Profesional [9]. Este fenómeno se está produciendo en distintos países y sugiere la necesidad de:

- Ordenar el mapa de titulaciones de la enseñanza superior.
- Establecer una mayor vinculación entre Universidad y CFCS.
- Apostar para que las Universidades entren en el mercado de las CFCS y empiecen a ofrecer este tipo de estudios.

En cuanto a la inserción laboral hay discrepancia de opiniones. Por ejemplo en Alemania la industria demanda doctores del mismo modo que en Inglaterra. Pero para trabajos especiales, como técnico, químico comercial, periodista, colaborador en seguridad o medioambiente, etc. es suficiente el Bachelor. Se considera que la mayoría de estudiantes alemanes proseguirá sus estudios hasta, al menos, el master.

No existe una conciencia clara, en general, entre los profesores universitarios europeos sobre la existencia de documentos oficiales que confieran competencias profesionales. Quizás Alemania y Reino Unido tienen una mejor definición de las mismas gracias a los colegios profesionales. Sin embargo, se acepta como evidente que las competencias del Bachelor y del Master son distintas.

En resumen, del análisis de la situación de los estudios de Química en Europa, que se presenta en Tabla 1.2, se deduce una tendencia mayoritaria hacía una

extensión de 180 créditos ECTS para el grado, aunque el número de Universidades que se decantan por una extensión de 240 créditos ECTS no es despreciable. Además deberá tenerse muy en cuenta, a la hora de determinar la extensión del título de Grado, la edad y formación de los estudiantes que comiencen sus estudios.

Tabla 1.2. Duración de los estudios de Química en Europa

PAIS	UNIVERSIDAD	Años Grado	ECTS	Años Postgrado	ECTS	AÑOS	ECTS total
ALEMANIA	Leipzig	3	180	2	120	5	300
	Bremen	3	180	-	-	-	-
	Dortmund	3	180	2	120	5	300
	Dresden	3	180	2	120	5	300
	Freie Universität Berlin	3	180	2	120	5	300
	Hannover	3	180	2	120	5	300
	Leipzig	3	180	2	120	5	300
	LMU. München	3	180				
	MLU. Halle-Wittenberg	3	180	2	120	5	300
	Ruhr-Universität Bochum	3	180	2	120	5	300
	Technische U. Clausthal	3	180	2	120	5	300
	Tuebingen	-				4,5	
	TUM Munchen	3	180	1,5	90	4,5	270
AUSTRIA	Graz	2	120	3	180	5	300
	Innsbruck	3	180	2	120	5	300
	Vienna	3	180	2	120	5	300
BELGICA	Lovaina	4	240				
	Most-Hainaut	4	240				
	Notre Dame de la Paix. Namur	4	240				
	Liège Libre de Bruxelles	4	240				
	Antwerpen	4	240				
	Gent	4	240				
DINAMARCA	Aarhus	3	180	2	120	5	300
	Copenhagen	3	180	2	120	5	300
	Roskilde	3	180	2	120	5	300
	Syddansk	3	180	2	120	5	300
FINLANDIA	Helsinky U..Of Techonology					5	180ov
	Helsinky	3	180	2		5	240
	Turku	3 -4	180 - 240	2 ó 3		5	300
FRANCIA	Bordeaux1	3	180	2	120	5	300
	Bordeaux2	3	180	2	120	5	300
	Bourgogne	3	180	2	120	5	300
	Grenoble	3	180	2	120	5	300
	Nantes	3	180	2	120	5	300
	Paris	3	180	2	120	5	300
	Poiters	3	180	2	120	5	300
	Paris	4 (2+1+1)	240	1	150-300	5	300
	Toulouse	4 (2+1+1)	240	1	150-300	5	300
GRECIA	Aristotele U. of Thessaloniki	4		2		6	

Tabla 1.2. Duración de los estudios de Química en Europa (Continuación)

PAIS	UNIVERSIDAD	Años Grado	ECTS	Años Postgrado	ECTS	AÑOS	ECTS total
HOLANDA	Katholieke U. Nijmegen	3	180	2	120	5	300
	Leiden Universiteit	3	180	2	120	5	300
	Groningen	3	180	2	120	5	300
	van Amsterdam	3	180	2	120	5	300
	Utrech	3	180	2	120	5	300
	Vrije U. Amsterdam	3	180	2	120	5	300
IRLANDA	College Cork	4	240	1	60	5	300
	College Dublin	4	240	1	60	5	300
	Dublin City	4	240	1	60	5	300
	NUI Maynooth	4	240	1	60	5	300
	Trinity College	4	240	1	60	5	300
ITALIA	Boloni	3	180	2	120	5	300
	Aquila	3	180	2	120	5	300
	Camerino	3	180	2	120	5	300
	Ferrara	3	180	2	120	5	300
	Modena	3	180	2	120	5	300
	Messina	3	180	2	120	5	300
	Parma	3	180	2	120	5	300
	Padova	3	180	2	120	5	300
	Palermo	3	180	2	120	5	300
	Siena	3	180	2	120	5	300
	Trieste	3	180	2	120	5	300
	Venecia	3	180	2	120	5	300
	Genova	3	180	2	120	5	300
	Milano	3	180	2	120	5	300
	Perugia	3	180	2	120	5	300
	Pisa	3	180	2	120	5	300
	Roma La Sapienza	3	180	1?	60		
	Torino	3	180	2	120	5	300
NORUEGA	Bergben	3	180	2	120	5	300
PORTUGAL	Aveiro	-	-	-	-	4	240
	Coimbra	4	120	1 ó 2	16		
	Oporto	4	120	2	30		
	Evora	4	240				
	Lisboa	4	240	2			
	Minho	4	uc	1			
	Algarve	4	240	2			
	Azores	5				5	
	Nova de Lisboa	5				5	300
	Técnica de Lisboa	5				5	
	Tras-os-Montese Alto Douro	4					

Tabla 1.2. Duración de los estudios de Química en Europa (Continuación)

PAIS	UNIVERSIDAD	Años Grado	ECTS	Años Postgrado	ECTS	AÑOS	ECTS total
SUIZA	Friburgo	3	180	1,5	90	4,5	270
	Laussanne	3	180				
	Eth Zurich	3	180	1,5	90	4,5	270
REINO UNIDO	Bradford	3	180	1		4	
	Bristol	3 - 4	180/240		60/120/180		
	Cambridge	3	180	1	60	4	240
	Durtham	3		1		4	
	Cardiff (Wales)	3	180		240		
	East Anlgia	3	180				
	Kingston	3	180	2		5	
	Leeds	3	180	1		4	
	Leicester	3	180	1		4	
	London M.	3	180	1		4	
	Manchester	3	180	1		4	
	North London	3	180	2		5	
	Imperial College	3	180	1		4	
	Oxford	4	240				
	Sheffield	3	180	1		4	
	Sussex	3	180	1		4	
	Newcastle	3	180	1		4	
	Nottingham Oxford	3	180	1		4	
	Queen´s	1+3	240	1	60	5	300
	Edinburgh (Scotland)	3 - 4	180/240	"2-1"		5	300
	Strathclyde (Scotland)	3 - 4	180/240	"2-1"		5	300

2. MODELOS DE ESTUDIOS EUROPEOS SELECCIONADOS Y BENEFICIOS DIRECTOS QUE APORTARÁN A LOS OBJETIVOS DEL TÍTULO DE QUÍMICA LA ARMONIZACIÓN QUE SE PROPONE.

La convergencia europea no significa el seguimiento estricto de lo que en el momento presente son únicamente tendencias, sino más bien un acercamiento a métodos de trabajos centrados en el alumno. En este sentido se ha elaborado por la Red European Chemistry Tematic Network (ECTN) y en relación con el *Proyecto Tuning* un modelo de estudios en Química, llamado *Eurobachelor* [4-6] que describiremos más adelante. La duración de la titulación, en principio de trascendental importancia, deja de serlo, precisamente, cuando pensamos en la preparación del alumno. En Italia o Alemania, que tienden, de forma generalizada, al grado de tres años, sus estudiantes de ingreso tienen una media de edad de 19 años, con un año más de Bachillerato, que en España. Algo parecido ocurre en Inglaterra y Galés (no en Escocia e Irlanda del Norte) en donde el Bachillerato es mucho más integrado y especializado que el nuestro. Si la atención ha de centrarse en el alumno, parece obvio que el objetivo sea el nivel a la finalización del grado. En nuestro país los licenciados actuales tienen un prestigio que no puede perderse, tanto si provienen de licenciaturas de 4 años como de 5. Por otra parte, parece claro que las actuales licenciaturas de 4 años suponen un fracaso, en cuanto al tiempo de permanencia de los estudiantes, que sólo puede explicarse si se considera que su nivel de contenidos es parecido a las de 5. Si consideramos el estudiante medio, no hay mucha diferencia entre el tiempo necesario para finalizar unos estudios de 5 años y unos de 4.

A continuación presentamos en primer lugar algunos modelos de estudios europeos de 3 y 4 años, junto con el ya mencionado modelo *Eurobachelor*.

Del conjunto de las Universidades que ofrecen grados en Química, se podrían escoger como modelo para el título de grado las siguientes universidades:

a) Bachelor de 240 créditos

- Universidad Queen´s de Belfast (Irlanda del Norte, Reino Unido)

- Universidad Strathclyde de Glasgow (Escocia, Reino Unido)

b) Bachelor de 180 créditos

- Universidad de Perugia (Italia)

- Universidad ETH Zurich (Suiza)

El hecho de ser escogidas para este informe, no significa que se consideren las mejores, en un sentido amplio, sino más bien que por sus características puedan ser adaptadas en cierto modo a los objetivos de la titulación española. Dado que todas están inmersas en el proceso de adaptación no siempre es posible asignar créditos ECTS.

UNIVERSIDAD QUEEN´S DE BELFAST (IRLANDA DEL NORTE, REINO UNIDO)

Asignatura	Créditos
Curso Cero	
Química Introductoria I	10
Química Introductoria II	10
Cuatro módulos formativos	40
Curso Primero	
Química Básica I	10
Química Básica II	10
Estructura, reactividad y mecanismos en Química Orgánica y Bioquímica	10
Matemáticas	10
Computación en Química	10
Curso Segundo	
Química Física	10
Métodos Analíticos y Estructurales	10
Química Orgánica	10
Química Inorgánica	10
Enlaces, Espectros y Teoría Cuántica	10
Tópicos en Química Aplicada	10
Curso Tercero	
Obligatorias	
Proyecto	10
Laboratorio Avanzado	10
Química Inorgánica Avanzada y Métodos Estructurales	10
Química Orgánica Avanzada: Estructura y Reactividad	10
Química Física Avanzada: Espectroscopía y Cinética	10
Optativas	
Conceptos Básicos en Química Médica	10
Complementos en Química Avanzada	10
Química del Medio Ambiente	10
De las enfermedades a las drogas de diseño. Acción de las drogas	10

UNIVERSIDAD STRATHCLYDE DE GLASGOW (ESCOCIA, REINO UNIDO)

Asignatura

Curso Primero

Química
Matemáticas
Física o Biología
Idioma extranjero o Economía
Laboratorio de Química General

Curso Segundo + Curso Tercero

Química Inorgánica
Química Orgánica
Química Física
Laboratorios

Optativas de especialización (elegir 2)

Química Aplicada
Bioquímica
Química Analítica
Química Forense

Curso Cuarto

Química Inorgánica Avanzada
Química Orgánica Avanzada
Química Física Avanzada
Bioquímica Avanzada
Proyecto (BSc)

Optativas

Matemáticas
Química del Medio Ambiente

UNIVERSIDAD DE PERUGIA (ITALIA)

Asignatura	Créditos
Curso Primero	
Química General e Inorgánica I	6
Laboratorio de Química General e Inorgánica I	6
Análisis Matemático 1ª parte	3
Análisis Matemático 2ª parte	3
Geometría	6
Lengua inglesa	3
Inglés científico	3
Química General e Inorgánica II	6
Química Analítica I	6
Física General	3
Física Experimental	9
Informática	6
Curso Segundo	
Química Orgánica I	9
Laboratorio de Química Orgánica I	6
Química Física I	9
Laboratorio de Química Física I	6
Química Inorgánica I	6
Laboratorio de Química Inorgánica I	6
Química Analítica II	6
Laboratorio de Química Analítica	6
Química Computacional	6
Química Ambiental	6
Química de la restauración y de los bienes culturales	6
Curso Tercero	
Química Orgánica II	6
Laboratorio de Química Orgánica II	6
Química Física I	6
Laboratorio de Química Física II	6
Química Biológica	6
Quimiometría	6
Química Computacional	6
Química Ambiental	6
Química Bioorgánica	6
Química del Estado Sólido y Materiales	6
Química de la restauración y de los bienes culturales	6
Simulación molecular	6
Espectroquímica	6

UNIVERSIDAD ETH ZURICH (SUIZA)

Asignaturas

Curso Primero

Matemáticas
Química General
Laboratorio de Química
Biología General
Química Física (cuatrimestral)

Optativas

Computación
Ciencia y Sociedad

Curso Segundo

Química Física
Química Orgánica
Química Inorgánica
Química Analítica
Física
Matemáticas (cuatrimestral)
Ingeniería Química (cuatrimestral)
Laboratorio de Orgánica e Inorgánica
Laboratorio de Química Física y Analítica

Curso Tercero

Química Orgánica
Química Inorgánica
Química Física
Laboratorio de Espectroscopia (cuatrimestral)
Proyecto

Recomendadas

Dirección y Gestión
Toxicología

Optativas (entre otras)

Química Ambiental
Ciencia de Materiales
Cristalografía
Química Biológica
Tecnología Química
Aspectos Químicos de la Energía

Estamos convencidos de que el grado de 240 créditos proporcionará una formación que permita acceder con dignidad y posibilidades de éxito tanto al mercado laboral como a los estudios de Master y Doctorado y que se inserta en la filosofía de la formación permanente a lo largo de la vida.

Como se ha indicado, ninguno de estos Planes de Estudio puede utilizarse como modelo completo para las Universidades Españolas. Sin embargo, sí son útiles para conocer la distribución de las materias en los diferentes cursos y la profundidad de los conocimientos que hay que impartir.

Por otra parte, dentro del *Proyecto Tuning* se ha elaborado por el Tuning Chemistry Synergy Group de ECTH un modelo de *Eurobachelor* en Química [4-6] que se propone como guía para los planes de estudio de Química en las Universidades Europeas. Este *Eurobachelor* en Química se decanta por un modelo de 180 créditos pero se deja a cada país o Universidad la decisión de que se imparta en 180 o 240 créditos ECTS. En este *Eurobachelor* se recomienda (sobre una base de 180 créditos ECTS), que el título de Química se organice en forma modular, de forma que cada módulo corresponda a un mínimo de 5 créditos ECTS.La utilización de dobles o triples módulos puede ser necesaria para algunas asignaturas o para la realización del proyecto (15 créditos ECTS). La titulación no podrá tener más de 34 módulos (para 180 créditos ECTS).

Se proponen tres tipos de módulos: Obligatorios, semi-obligatorios y opcionales.

1.- Obligatorios

Se consideran como obligatorias las materias correspondientes al core, o tronco común, que incluye:

- Química General
- Química Analítica
- Química Inorgánica
- Química Orgánica
- Química Física
- Química Biológica
- Física
- Matemáticas

2.- Semi-opcionales

Se consideran como Semi-opcionales algunas materias importantes que deberían cursar los estudiantes, pero que no forman parte del core. Se ofrecen como ejemplos:

- Biología
- Química Teórica y/o Computacional,
- Química Técnica,
- Química de Macromoléculas

Se recomiendan al menos tres de estos módulos de, al menos, 5 créditos.

3.- Opcionales

Módulos de Química

Otros módulos (como, por ejemplo, idiomas)

También, se hace énfasis en este documento en la necesaria valoración de la **Tesis de Bachelor** (mínimo 15 créditos) y el dominio de una **segunda lengua oficial**, para la obtención del título.

De ese modo, sobre 180 créditos, 90 corresponderían al "Core" o tronco común, 15 al proyecto y 75 serían de libre elección para cada institución.

En cuanto a los métodos de enseñanza y aprendizaje se considera que

- Las clases teóricas deberán apoyarse en técnicas multimedia con resolución de problemas prácticos.
- Deberán existir elementos de investigación (proyecto obligatorio o Tesis de graduación).
- Se deberán incentivar los grupos reducidos (tutorías)
- Se deberán coordinar los Profesores de los distintos módulos para evitar una sobrecarga de trabajo al estudiante.
- Es aconsejable organizar "grupos de evaluación didáctica" con participación de estudiantes.

En cuanto a los métodos y criterios de evaluación se considera que se deberán combinar:

- Exámenes escritos
- Exámenes orales
- Cuadernos de laboratorio
- Resolución de problemas prácticos
- Presentaciones orales
- Proyecto final (*Tesis de Bachelor*)

Se tendrán en cuenta otros elementos como:

- búsquedas bibliográficas
- trabajos de grupo
- preparación de presentaciones (*carteles*), incluyendo el proyecto.

Las evaluaciones se realizarán con exámenes al final de cada cuatrimestre. No deben excluirse exámenes generales al final de la titulación (de duración no superior a 2 –3 horas). También se considera que deberán predominar los exámenes escritos por su mayor objetividad (permiten una segunda corrección si existe solicitud de revisión por parte del estudiante).

Las preguntas deberán estar basadas fundamentalmente en problemas prácticos que permitan evaluar la capacidad del estudiante y no sólo su memoria. Deberán calificarse de forma anónima y el estudiante deberá ser informado de sus resultados.

El *Eurobachelor* presenta unos contenidos troncales (*core*) bastante reducidos (90 ECTS de un total de 180) que tal vez convendría enriquecer con materias que habiliten ciertas competencias profesionales (Ingeniería Química, Ciencia de Materiales, Bioquímica...). De hecho, la mayoría de los planes de estudio de las universidades europeas que se han considerado presentan un porcentaje importante de asignaturas obligatorias, superior al del *core* del *Eurobachelor*.

Como es de esperar, los programas de 180 ECTS (3 años) presentan una mayor proporción de contenidos obligatorios que aquellos que se desarrollan en 240 ECTS (4 años). Los programas de 180 ECTS suelen incluir asignaturas básicas (Química General, Física y Matemáticas) en el primer año y el resto de asignaturas obligatorias los dos años siguientes, con un pequeño porcentaje de asignaturas optativas (del orden de medio semestre), a menudo agrupadas por "especialidades". Este es el caso de universidades como Hannover, Edimburgo, Poitiers, Perugia, Ferrara, Génova, Bolonia o Milán. En cambio, otras universidades como Dortmund, seguramente partiendo de un buen nivel de Física, Química y Matemáticas en la enseñanza secundaria, inician ya en el primer año de grado el estudio de las distintas áreas de la Química (Química Orgánica, Química Inorgánica, etc.) con objeto de llegar a un nivel de conocimientos más especializado al final de los tres años. En el caso de las titulaciones de 240 ECTS, el esquema de los tres primeros años es similar al del primer grupo de universidades descrito, mientras que el cuarto año se dedica mayoritariamente a asignaturas optativas. Ejemplos de este sistema son las universidades de Irlanda, Irlanda del Norte y Escocia.

3.- NÚMERO DE PLAZAS OFERTADAS EN CADA UNIVERSIDAD PARA EL TÍTULO DE QUÍMICA, DEMANDA DE DICHO TÍTULO EN PRIMERA Y SEGUNDA PREFERENCIA

Universidad	Plazas ofertadas					Demanda en primera opción					Demanda en segunda opción				
	99-00	00-01	01-02	02-03	03-04	99-00	00-01	01-02	02-03	03-04	99-00	00-01	01-02	02-03	03-04
Universidad Autónoma de Barcelona	172	165	160	160	160	145	161	130	146	134	287	319	247	241	234
Universidad Autónoma de Madrid	380	380	380	300	300	221	261	132	100	75	333	219	205	141	117
Universidad Complutense de Madrid	300	300	300	300	300	295	218	241	193	182	314	298	233	187	185
Universidad de A Coruña	150	150	150	120	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Universidad de Alcalá	150	150	150	150	125	80	50	40	36	39	21	40	11	7	6
Universidad de Alicante	160	145	130	117	117	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Universidad de Almería	SL	SL	75	75	75	53	18	25	24	20	68	49	42	34	34
Universidad de Barcelona	350	320	290	280	250	259	291	262	259	245	-	-	-	275	213
Universidad de Burgos	185	140	SL	SL	SL	67	44	42	16	34	55	41	42	32	32
Universidad de Cádiz	125	125	125	100	90	144	93	62	42	45	121	91	74	54	41
Universidad de Castilla-La Mancha	100	100	100	100	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Universidad de Córdoba	175	175	150	SL	SL	114	82	81	49	34	92	65	61	54	36
Universidad de Extremadura	125	125	125	125	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Universidad de Girona	100	100	100	100	100	63	60	58	41	35	56	72	47	24	36
Universidad de Granada	300	300	250	200	SL	244	197	115	121	89	240	169	170	167	146
Universidad de Jaén	150	150	150	150	150	89	59	30	25	24	65	64	24	28	18
Universidad de la Laguna	110	SL	SL	SL	SL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Universidad de la Rioja	85	75	80	SL	SL	103	120	86	58	54	10	44	53	31	-
Universidad de las Illes Balears	110	110	110	110	110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Universidad de Málaga	235	235	235	150	150	115	80	45	33	36	164	81	94	77	63
Universidad de Murcia	194	187	178	110	SL	104	63	54	51	-	124	96	83	65	-
Universidad de Navarra	70	80	80	80	80	101	76	71	63	60	-	-	-	-	-
Universidad de Oviedo	200	175	175	175	175	178	85	128	106	88	ND	ND	167	117	100
Universidad de Rovira i Virgilí	158	158	140	110	110	77	100	68	65	55	86	70	49	31	38
Universidad de Salamanca	180	180	SL	SL	SL	95	74	89	48	68	125	188	130	116	131
Universidad de San Pablo CEU	SL	SL	SL	SL	SL	17	14	-	-	-	-	-	-	-	-
Universidad de Santiago de Compostela	180	170	170	160	SL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Universidad de Sevilla	275	275	275	275	275	132	245	240	163	111	225	240	185	142	109
Universidad de Valencia	230	230	230	230	230	280	207	188	175	-	-	140	71	201	-
Universidad de Valladolid	150	150	150	SL	SL	125	107	72	55	58	114	108	87	62	50
Universidad de Vigo	150	150	150	150	100	83	80	39	-	-	634	599	85	-	-
Universidad de Zaragoza	300	275	275	200	200	237	180	126	122	161	60	68	49	69	-
Universidad del País Vasco (Bilbao)	280	280	280	280	SL	206	130	108	86	74	-	-	-	-	-
Universidad del País Vasco (S. Sebast.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Universidad Jaume I de Castellón	120	120	120	95	-	119	118	84	99	-	-	-	-	-	-
Universidad Ramón Llull	45	45	45	45	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Universidad UNED	SL	SL	SL	SL	SL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SL: Sin límite

Demanda en primera y segunda opción

PROYECTO DE LA RED DE QUÍMICA

Universidad	Plazas ofertadas					Plazas Cubiertas				
	99-00	00-01	01-02	02-03	03-04	99-00	00-01	01-02	02-03	03-04
Autónoma de Barcelona	172	165	160	160	160	171	167	164	168	168
Autónoma de Madrid	380	380	380	300	300	471	341	212	154	160
Complutense de Madrid	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
A Coruña	150	150	150	120	100	150	152	76	78	62
Alcalá	150	150	150	150	125	179	160	86	69	83
Alicante	160	145	130	117	117	162	113	74	63	65
Almería	SL	SL	75	75	75	54	44	22	24	22
Barcelona	350	320	290	280	250	352	320	284	286	264
Burgos	185	140	SL	SL	SL	84	89	54	31	34
Cádiz	125	125	125	100	90	129	123	69	58	53
Castilla-La Mancha	100	100	100	100	100	133	82	62	56	52
Córdoba	175	175	150	SL	SL	168	93	87	61	64
Extremadura	125	125	125	125	125	78	78	44	47	38
Girona	100	100	100	100	100	98	79	74	52	31
Granada	300	300	250	200	SL	313	299	278	187	188
Jaén	150	150	150	150	150	102	74	35	32	29
La Laguna	110	SL	SL	SL	SL	77	86	56	65	30
La Rioja	85	75	80	SL	SL	65	79	39	33	54
Illes Balears	110	110	110	110	110	79	56	39	40	37
Málaga	235	235	235	150	150	176	106	68	46	35
Murcia	194	187	178	110	SL	112	76	48	54	66
Navarra	70	80	80	80	80	58	41	42	25	36
Oviedo	200	175	175	175	175	189	121	142	108	89
Rovira i Virgilí	158	158	140	110	110	153	136	91	87	81
Salamanca	180	180	SL	SL	SL	146	88	96	63	78
San Pablo CEU	SL	SL	SL	SL	SL	17	14	-	-	-
Santiago de Compostela	180	170	170	160	SL	180	177	129	115	99
Sevilla	275	275	275	275	275	276	275	268	188	146
Valencia	230	230	230	230	230	230	236	228	211	231
Valladolid	150	150	150	SL	SL	145	121	84	72	65
Vigo	150	150	150	150	-	157	128	89	43	-
Zaragoza	300	275	275	200	200	297	248	175	191	154
País Vasco (Bilbao)	280	280	280	280	-	279	201	134	75	97
País Vasco (S. Sebast.)	-	-	-	-	-	100	92	74	44	55
Jaume I de Castellón	120	120	120	95	-	119	118	84	99	-
Ramón Llull	45	45	45	45	45	54	55	40	45	45
UNED	SL	SL	SL	SL	SL	-	-	-	-	-
	SL: Sin límite					Matriculados en Junio				

En las tablas anteriores se muestra la oferta de cada una de las universidades en la Titulación de Química, su demanda por parte de los estudiantes y el número de alumnos matriculados en los últimos cinco años.

Como puede observarse el número de plazas ofertadas permanece constante en los últimos cinco años en casi todas las universidades, aunque se aprecia un ligero descenso en algunas de ellas. Sin embargo, la demanda ha sufrido una fuerte caída en estos últimos cinco años. Esta caída se ha producido en todas las universidades, aunque es más reducida en las universidades catalanas.

De hecho, solamente cuatro universidades cubren las plazas ofertadas, la universidad de Barcelona lo hace en primera opción y la Autónoma de Barcelona, la Complutense de Madrid, y la de Valencia lo hacen en segunda opción.

4.- ESTUDIO DE INSERCIÓN LABORAL DE LOS TITULADOS EN QUÍMICA DURANTE EL ÚLTIMO QUINQUENIO

Introducción

Este estudio, que se realiza en el marco de la Convergencia Europea de Educación Superior, refleja una situación actual que el propio proceso de armonización puede cambiar de forma sustancial al propiciar una movilidad de Licenciados en todo el ámbito de la UE actualmente impensable. Por ello, la fotografía del empleo en cada una de las situaciones nacionales puede verse notablemente alterada una vez el Proceso de Convergencia haya concluido y tanto para la oferta de empleo como para la demanda pueda llegar a considerarse la UE en su conjunto como mercado laboral potencial.

El trabajo ha tenido como objetivo conocer en el quinquenio 1999-2003 la situación detallada de los estudiantes que finalizaban sus estudios de Química y que accedían por primera vez al mercado laboral, identificando los sectores públicos y privados que en el periodo 2001-2002 actuaron como empleadores de los Licenciados en Química en el conjunto del estado español.

De acuerdo con los objetivos marcados, se ha procedido a recabar información de las entidades siguientes:

1. Todas Facultades (36) que imparten la Titulación en Química
2. Instituto Nacional de Empleo (INEM)
3. Instituto Nacional de Estadística (INE)
4. Informe Infoempleo 2001-2003. Realizado por el Círculo de Progreso con el patrocinio del BBVA y Telefónica
5. Informe “La situación laboral de los graduados españoles” realizado por el Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas (IVIE) y patrocinado por BANCAJA
6. Consejo superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y otros Centros Públicos de Investigación
7. Comunidades Autónomas
8. Ministerio de Administraciones públicas
9. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte
10. Ministerio de Ciencia y Tecnología
11. Consejo General de los Colegios Oficiales de Químicos de España y Asociación Nacional de Químicos de España (ANQUE)
12. Federación Empresarial de la Industria Química Española (FEIQUE)

El informe se ha dividido en tres apartados que hacen referencia a la evolución de la situación de ingresados/egresados en las Facultades de Química, la inserción laboral en los sectores público y privado, y las conclusiones finales.

4.1.- Evolución ingresados/egresados en Química en el quinquenio 1999-2003
4.2.- El mercado de trabajo
4.3.- Inserción Laboral
4.4.- Conclusiones finales

4.1. Evolución de los ingresados/egresados en Química en el quinquenio 1999-2003

Según los datos aportados por las universidades, el número de plazas ofertadas para la realización de la Licenciatura en Química ha disminuido aproximadamente un 16% en los últimos 5 cursos. Esta reducción de plazas ofertadas ha venido acompañada por una disminución más apreciable en el número de plazas cubiertas (c.a. 46%), si bien la mengua en el número de ingresos parece haberse ralentizado durante el último curso (solo entorno a un 3%) e incluso en algún caso se ha observado un crecimiento en el número de plazas cubiertas.

La disminución en el número de ingresados se refleja también en el número total de estudiantes matriculados, aunque la reducción es apreciablemente inferior (26% aproximadamente) debido en parte a que la duración media de los estudios ha aumentado en cerca de 0,9 años entre los cursos 1998-1999 y 2002-2003 situándole en un valor medio de 6,7 cursos, esto es más de 2 años superior a la duración media de los planes de estudio que es, aproximadamente, de 4,6 cursos. De hecho pocos estudiantes acaban sus estudios en el tiempo estipulado en su correspondiente plan de estudio.

El número de egresados no se ha reducido apreciablemente el último quinquenio. Este dato no se corresponde con la fuerte reducción en el ingreso y el aumento de la duración media del estudio dado que los egresados en estos cursos ingresaron en el curso 1999-2000 o anteriores. En cualquier caso cabe prever, en un futuro cercano, una reducción de egresados, atendiendo también al hecho que la tasa de abandono del estudio no parece tampoco disminuir durante estos últimos años.

4.2. El mercado de trabajo

Según constata el informe Infoempleo, el sector químico ocupaba en el año 2002 el cuarto puesto como sector empleador del país con un 5,9% del total de las ofertas generadas. La Titulación en Química aparece en el periodo 2002-2003 en el puesto número 11 entre las veinte más demandadas por los empleadores para Licenciados con experiencia mientras que en el periodo 2001-2002 se situaba en el lugar 16 y en el periodo anterior (2000-2001) no aparecía recogida en este “ranking” de titulaciones (Tabla 4.2.1). El informe también incluye un análisis de la oferta de empleo dirigida a Licenciados sin experiencia y en este caso la Titulación en Química pasa a ocupar el puesto número 8 entre las 20 más demandadas

Tabla 4.2.1. Titulaciones más demandadas por los empleadores (2000-2003)

TITULACION	PUESTO			Licenciados sin experiencia
	2002-2003	2001-2002	2000-2001	
Arquitectura T.	1	1	6	2
Ad. y Dir. Empresas	2	2	1	3
Economía	3	3	2	4
I. T. Industrial	4	4	3	1
I. T. Obras Públicas	5	7	11	10
D. C. Empresariales	6	6	9	5
I. Industrial	7	5	3	7
I. Caminos	8	8	>20	13
Arquitectura	9	10	14	9
Derecho	10	11	12	6
Química	**11**	**16**	**>20**	**8**
I. Informática	12	9	4	12
Biología	13	18	19	>20
I. T. Informática	14	12	8	12
Medicina	15	13	15	18
Marketing	16	17	16	>20
D.Relac. Laborales	17	19	18	15
I. Química	18	20	20	>20
I.Telecomunicación	19	14	5	17
IT.Telecomunicación	20	15	10	>20

Un dato también significativo en el periodo 2002-2003 lo constituye la diferencia que existe entre la oferta de empleos para cada una de las titulaciones recogidas en la tabla 4.2.1 y el número total de Licenciados egresados por el conjunto de las Universidades (figura 4.2.1). Sobre un total de 8.128 ofertas analizadas, la Química se sitúa entre las titulaciones cuyo número de Licenciados (1,44% sobre el total de alumnos Licenciados en España) supera el porcentaje de oferta de empleos (0,95% sobre el total de oferta de empleo para titulados universitarios).

Los sectores tradicionales donde se concentra la oferta de empleo para los Licenciados en Química están presididos por el Sector Químico con un 54,05% de las ofertas, seguidos a gran distancia por el Sector Industrial con un 6,4% y el Hospitalario con un 5,46%. El resto de los sectores y los porcentajes de oferta de empleo se recogen en la figura 4.2.2. Cabe destacar el bajo autoempleo de los Licenciados en Química que, según recoge el informe realizado por el IVIE, no llega al 3%.

Figura 4.2.1. Oferta de empleo *vs* número de Licenciados

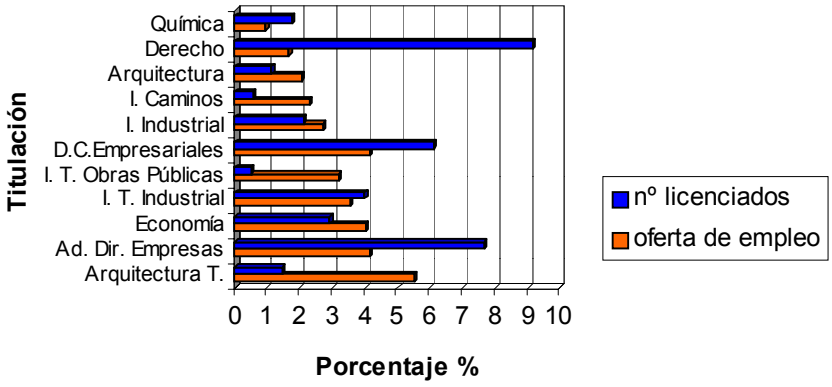
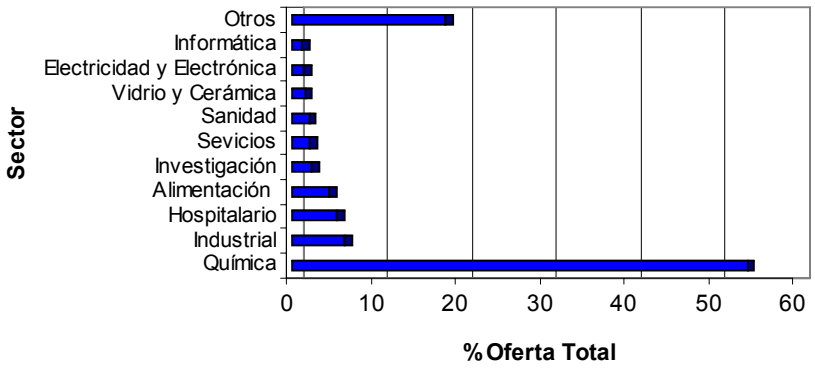


Figura 4.2.2. Oferta Sectorial de empleo para Licenciados en Química



La mayor parte de las ofertas de empleo realizadas dentro del sector químico provienen de la industria química agrupada en la Federación Empresarial de la Industria Química Española (FEIQUE) integrada por 4 Asociaciones Territoriales, 13 Asociaciones Sectoriales y 27 Empresas Multisectoriales. En las Sectoriales están integradas las compañías que desarrollan su actividad en un mismo subsector, y las Empresas multisectoriales son aquellas que desarrollan su actividad en diferentes subsectores químicos.

Tabla 4.2.2. Asociaciones Sectoriales Integradas en FEIQUE

ADELMA	Asociación de Empresas de Detergentes y Productos de Limpieza, Mantenimiento y Afines
AEC	Asociación Española de Comercio Químico
AEPLA	Asociación Empresarial para la Protección de las Plantas
AEPP	Asociación Española de Productores de Plásticos
AEPSAT	Asociación Española de Productores de Sustancias para Aplicaciones Tensioactivas
AFAQUIM	Asociación Española de Fabricantes de Productos de Química Fina
AFGAD	Asociación de Fabricantes de Gases Procedentes del Aire y Acetileno Disuelto
ANE	Asociación Nacional de Electroquímica
ANFFECC	Asociación Nacional de Fabricantes de Fritas, Esmaltes y Colores Cerámicos
ASEFAPI	Asociación Española de Fabricantes de Pinturas y Tintas de Imprimir
FARMAINDUSTRIA	Asociación de Empresarios de la Industria Farmacéutica
FIPAE	Federación de Industrias de Productos de Alta Energía
VETERINDUSTRIA	Agrupación Empresarial de la Industria Zoosanitaria

Tabla 4.2.3. Empresas Multisectoriales Integradas en FEIQUE

3M España	DuPont Ibérica	La Seda de Barcelona
Antibióticos	Energía e Industrias Aragonesas	Productos Químicos del Mediterráneo
Atofina España	Ercros Industrial	Repsol-YPF Área Operativa Petróleo
BASF Española	Erkol	Repsol YPF Área Operativa Química
Bayer Hispania	ExxonMobil Chemical Iberia	Rhodia Iberia
Ciba Especialidades Químicas	Fertiberia	Solvay Ibérica
Clariant Ibérica	FMC Foret	Tioxide Europe
Compañía Española de Petróleos (CEPSA)	ICI España	Totalfina España
Dow Chemical Ibérica	Industrial Química del Nalón	Voridian España

FEIQUE afirma que no dispone de datos de ofertas de empleo para licenciados químicos en las empresas adheridas por lo que la información contenida en la tabla 4.2.4 y en la figura 4.2.3 tiene exclusivamente un valor cualitativo y sirve para identificar aquellos sectores industriales y sectoriales en los que se concentra mayoritariamente la oferta de empleo en el sector químico. En su informe del año 2001 (último disponible) FEIQUE estima que el sector químico industrial da empleo a más de 500.000 trabajadores y aporta a la economía española el 9% del PIB. La evolución global del empleo directo en este sector en el periodo 1993-2001 se recoge en la figura 4.2.4.

Tabla 4.2.4. Empresas adheridas a FEIQUE (Compromiso de Progreso)

QUÍMICA BÁSICA Y MATERIAS PRIMAS PLÁSTICAS DYNASOL ELASTÓMEROS ELNOSA ERCROS INDUSTRIAL ERKOL ERTISA FERTIBERIA FMC FORET HISPAVIC IBÉRICA ICI ESPAÑA INTERQUISA KEMIRA IBÉRICA LA SEDA DE BARCELONA MONTECINCA PERÓXIDOS ORGÁNICOS PETRESA POLIDUX POTASAS Y DERIVADOS PROQUIMED QUIMICA DEL CINCA REPSOL-YPF QUÍMICA ROHM AND HAAS ESPAÑA RONTEALDE SEFANITRO SOLVAY FLÚOR IBÉRICA SOLVAY IBÉRICA SOLVAY QUÍMICA TIOXIDE EUROPE TRANSFORMADORA DE ETILENO VINILIS	MATERIAS PRIMAS Y ESPEC. FARMACEÚTICAS. QUÍMICA FINA ANTIBIÓTICOS BOEHRINGER INGELHEIM ESPAÑA CORPORACIÓN URIACH DSM DERETIL ERCROS INDUSTRIAL (FYSE) FERRER INTERNACIONAL JUSTESA IMAGEN MEDICHEM QUÍMICA FARMACÉUTICA BAYER QUÍMICA SINTÉTICA SOLVAY PHARMA UQUIFA URQUIMA GASES INDUSTRIALES ABELLÓ LINDE AL AIR LIQUIDE ESPAÑA CARBURO DEL CINCA IBÉRICA AGA IBÉRICA DE GASES OXÍGENO DE LEVANTE OXÍGENO DEL NORTE PRAXAIR ESPAÑA S. E. DE CARBUROS METÁLICOS	FITOSANITARIOS BASF ESPAÑOLA AGRO BAYER HISPANIA AGRO SIPCAM INAGRA SYNGENTA AGRO PINTURAS, BARNICES Y TINTAS AKZO NOBEL COATINGS AKZO NOBEL INDUSTRIAL PAINTS BARPIMO BASF COATINGS COATES LORILLEUX INDUSTRIAS TITÁN PPG IBÉRICA EXPLOSIVOS Y NITROQUÍMICA UNIÓN ESPAÑOLA DE EXPLOSIVOS (UEE) UNIÓN EXPLOSIVOS - ENSIGN BICKFORD (UEB) DETERGENTES HENKEL IBÉRICA KAO CORPORATION GOLDSCHMIDT ESPAÑA	DISTRIBUIDORES BRENNTAG QUÍMICA CALDIC ESPAÑA CAMPI Y JOVÉ CAT-PREYMER COMSA DROGA CONDE DROGAS VIGO EXXONMOBIL CHEMICAL IB. IMPEX QUIMICA JABER JSM CHEMICALS PQS CONSUMO PRODUCTOS JEMG PIQ QD-QUIMIDROGA QUIMICOMSA QUIMIDROGA PLÁSTICOS QUIMIGRANEL RICARDO MOLINA SURESTE DE PRODUCTOS QUÍMICOS VILLARÁN QUÍMICA VIERQUIMIA	ESPECIALIDADES QUÍMICAS 3M ESPAÑA AVECIA SPAIN BASF CURTEX CIBA ESP.QUÍM. CLARIANT IB. CRAY VALLEY IBÉRICA EKA CHEMICALS IBERICA GENERAL QUÍM. GIVAUDAN IB. IBERIA ASHLAND CHEMICAL LUCTA MERQUINSA ONDEO NALCO ESPAÑOLA PLASTIFICANTES DE LUCHANA RHODIA HPCIIE RHODIA IBERIA RHODIA IBERLÁTEX RHODIA SILICONAS SIBELCO ESP. SIKA STAHL IBÉRICA SUN CHEMICAL PIGMENTS **OTROS** ALKOR DRAKA IB. ALPHACAN ESP. DERPROSA DORLYL IBÉRICA ELASTOGRAN FERRO SPAIN INERGY AUTOMOTIVE SYSTEMS PIPELIFE HISPANIA SOLVAY BENVIC IBERICA SOLVAY MINERALES TERMINALES PORTUARIAS

Figura 4.2.3. Distribución de la producción en el sector de la Química

SUBSECTORES	ESPECIALIDADES	PRODUCCIÓN (%)
QUÍMICA BÁSICA	Gases Industriales Colorantes y Pigmentos Química Inorgánica Química Orgánica Abonos Materias Primas Plásticas y Caucho Fibras Químicas	41,0
QUÍMICA DE LA SALUD HUMANA, ANIMAL Y VEGETAL	Fitosanitarios Materias Primas Farmacéuticas Especialidades Farmacéuticas Especialidades Zoosanitarias	26,4
QUÍMICA PARA LA INDUSTRIA Y EL CONSUMO FINAL	Pinturas, Tintas, Esmaltes y Barnices Detergentes, Jabones y Prod. de Limpieza Perfumería y Cosmética Otros Productos Químicos	32,6

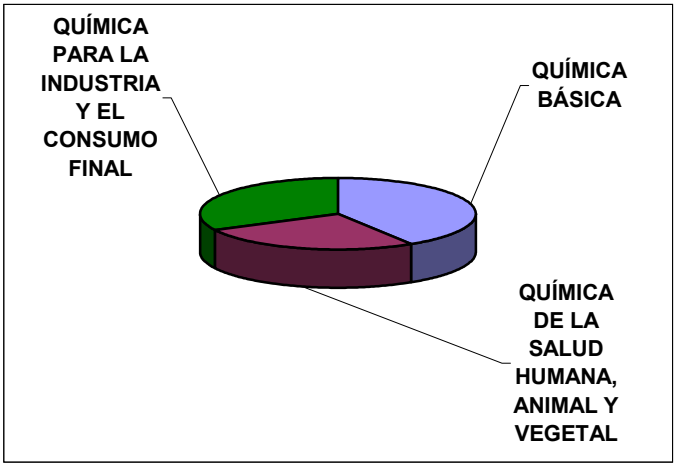
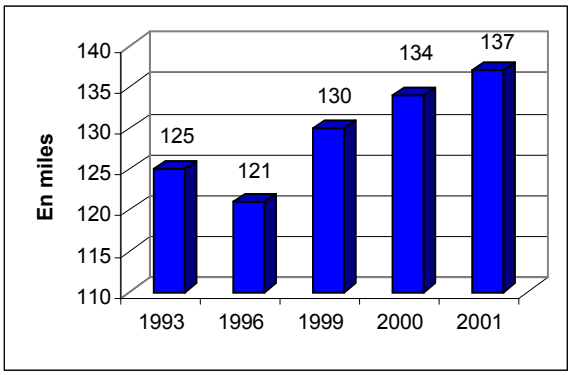
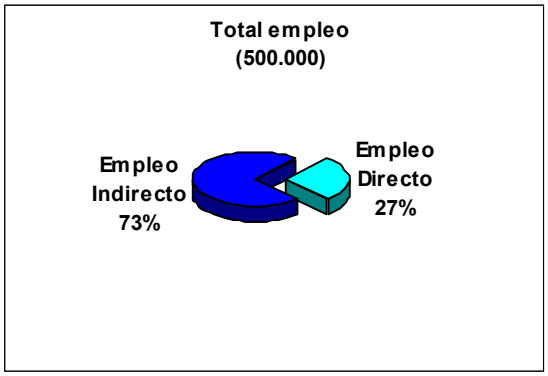


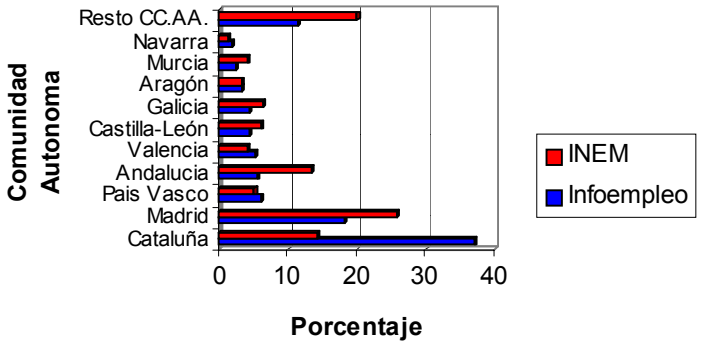
Figura 4.2.4. Evolución del empleo directo e indirecto o inducido en el sector de la Química (1993-2001)





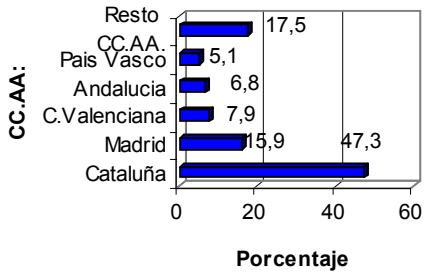
Tanto el INEM como Infoempleo aportan datos para conocer la distribución regional de la Oferta de Empleo en el sector. Aunque ambas fuentes sitúan a Cataluña, Madrid, País Vasco y Andalucía como las CC.AA. en las que se concentra más del 50% del total de ofertas de empleo, se detectan diferencias notables en la distribución del empleo dependiendo de la fuente. Así, mientras que en Infoempleo Cataluña lidera la oferta de empleo con un 37% del total de la oferta, los datos del INEM otorgan a la Comunidad de Madrid el primer lugar en ofertas con un porcentaje de 25.9% relegando Cataluña al segundo puesto con un porcentaje del 14.2% (Figura 4.2.5).

Figura 4.2.5. Distribución Regional de la oferta de empleo



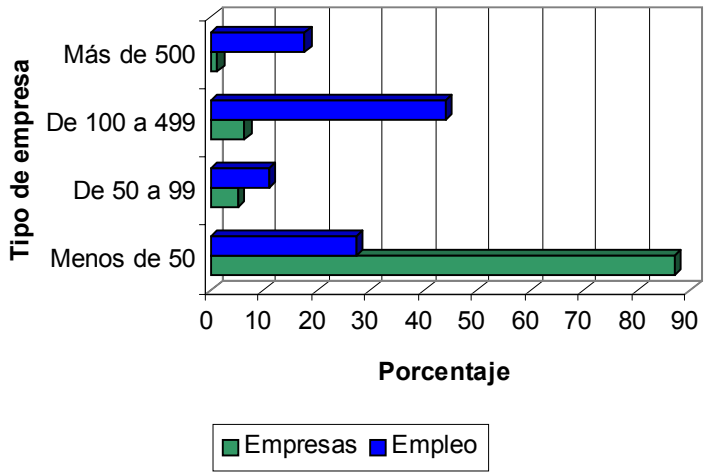
Los datos obtenidos de FEIQUE parecen estar más de acuerdo con Infoempleo al asignar a Cataluña un porcentaje de producción química cercana al 50% sobre el total de la producción en España lo que estaría indicando que en esta Comunidad se concentraría la principal oferta de empleo en este sector (Figura 4.2.6). Los principales emplazamientos del sector se sitúan en Tarragona y Huelva, siendo otras zonas importantes el Campo de Gibraltar (Andalucía), Puertollano (Castilla-La Mancha), Cartagena (Murcia), Asturias y Vizcaya (País Vasco).

Figura 4.2.6. Distribución Geográfica de la Producción Química Española



El Perfil de la Empresa Química Española responde a la empresa tipo PYME ya que el 90% de las más de 3.500 empresas que operan en el sector tienen menos de 50 trabajadores en plantilla, siendo nuestro país, junto a Italia, el que mayor número de Pymes integra. La distribución porcentual del empleo en el conjunto de empresas se detalla en la figura 4.2.7

Figura. 4.2.7. Perfil de la Empresa Química Española



En cuanto al perfil del titulado requerido por las empresas, FEIQUE en su documento "Las demandas formativas de las empresas" plantea ciertos puntos interesantes. Así, actualmente las pruebas de selección de las empresas multinacionales son comunes en toda Europa, detectándose importantes diferencias de Calidad de Formación entre las Universidades, incluso dentro del propio estado español. Por otra parte, en estas pruebas de selección, el expediente académico y la formación técnica del titulado ya no son factores determinantes, y las variables concluyentes para la selección son mayoritariamente actitudinales y psico-sociales (tabla 4.2.5). En sus conclusiones, FEIQUE demanda la modificación de los planes de estudio universitarios pero más que en los contenidos de la química en la metodología que favorezca el desarrollo de las habilidades transversarles y extiende esta petición también a las "etapas previas al acceso a la Universidad".

4.3. Inserción Laboral

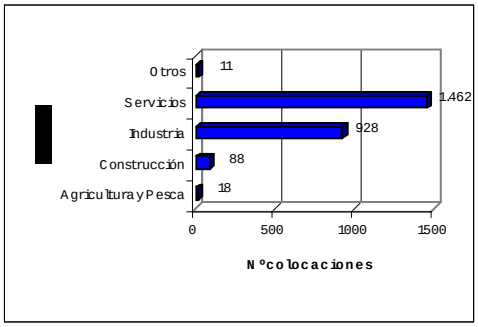
Utilizando como fuente de información los datos facilitados por el INEM, en el año 2002 encontraron empleo un total de 2.507 Licenciados en Química con la distribución sectorial y porcentual que se indica en la figura 4.3.1.

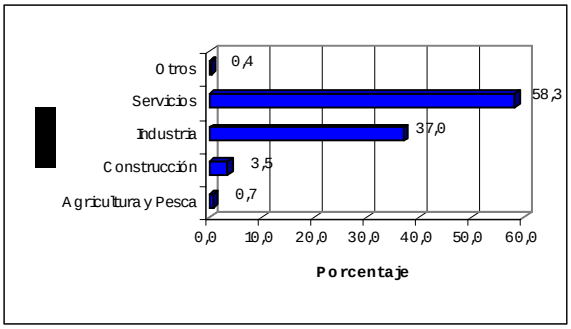
El salario medio de los jóvenes licenciados en Química que trabajan a tiempo completo, según figura en el informe realizado por el IVIE (editado en el 2002), resulta ser de 14.470,-€ anuales, situándose en una posición intermedia del "ranking" de retribuciones que viene encabezado por los Ingenieros de Caminos (30.000,-€/año) y cierran los Diplomados en Trabajo Social (9.500,-€/año).

Tabla 4.2.5. Demandas formativas de las empresas. Variables para la selección

Tipo de variable	Variable
Técnico-generales	Idiomas (inglés imprescindible)
	Disciplinas complementarias (economía, derecho, marketing, etc.)
Actitudinales	Disposición al cambio - Capacidad para adaptarse o promoverlo - Capacidad de asumir riesgos
	Visión estratégica - Previsión de conflictos a largo plazo
	Actuación ante ambientes hostiles - Capacidad para extraer ventajas - Evitar confrontación o huída
Psico-sociales	Capacidad de negociación (necesaria en todos los niveles)
	Trabajo en grupo/equipo - Priorización de objetivos - Capacidad para coordinar equipos
	Capacidades de comunicación - Interpersonal y pública - Oral, visual, gestual y escrita

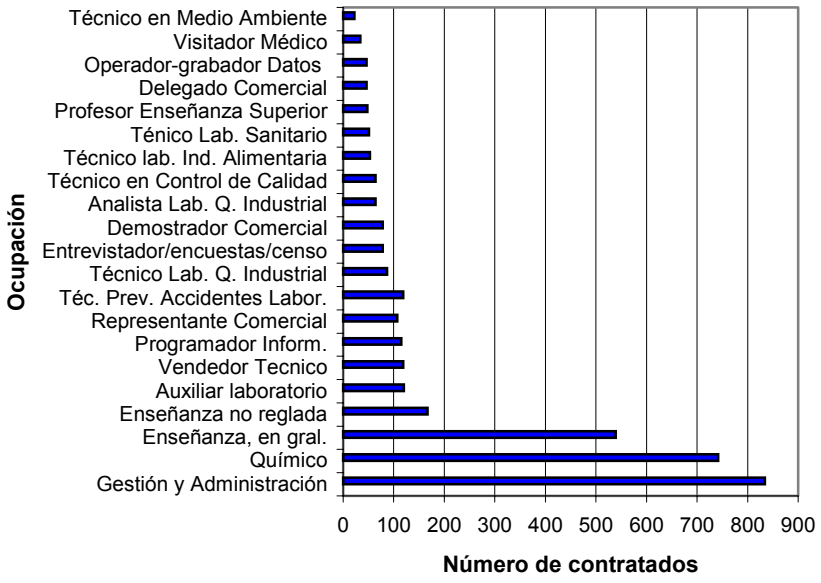
Figura 4.3.1. Distribución Sectorial de las Colocaciones registradas en el INEM en 2002 con la Titulación de Química (TOTAL: 2.507)





El INEM también suministra información para este mismo año (2002) sobre la ocupación que los contratados como Licenciados en Química desempeñan en su puesto de trabajo. Aparecen reflejadas más de 500 categorías ocupacionales aunque de ellas sólo unas 90 incluyen más de 10 contratados y más de la mitad de los puestos ocupados sólo lo ha sido por una única persona. En este caso el estudio también incluye a Licenciados en Bioquímica, Enología y todas las especialidades químicas.

Figura 4.3.2. Distribución Ocupacional de Licenciados contratados como "químicos" en el año 2002 (TOTAL 3.057 (Fuente: INEM)

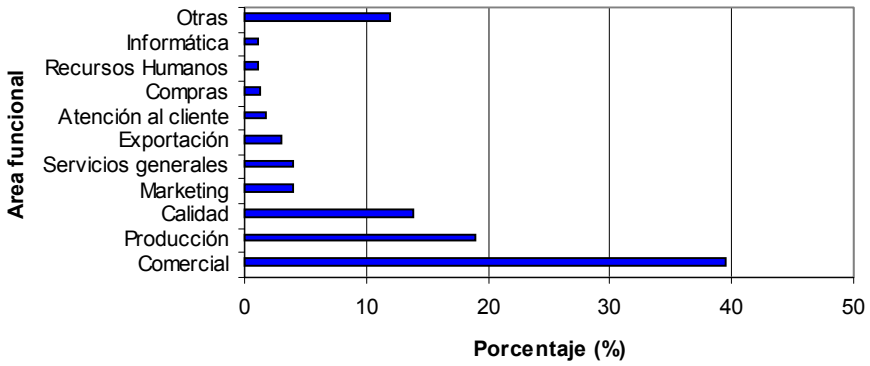


El INEM también advierte que en sus bases de datos pueden figurar licenciados en otras disciplinas que son contratados como "químicos", aspecto este que puede distorsionar –y de hecho lo hace atendiendo al número total de contratos reflejados, muy por encima del valor de 2.507- el resultado de los sectores ocupacionales. En la Figura 4.3.2 se recogen las veinte primeras ocupaciones por número de contratados. Con las debidas cautelas que la inclusión de Licenciados en otras titulaciones implica, las ocupaciones administrativas, aquellas recogidas como "químico" y las de enseñante concentran un porcentaje del 50% sobre el total de la oferta de empleo seguidas a distancia de las funciones comerciales y de los puestos con categoría de técnicos. Estas mismas ocupaciones son también las mayoritarias según el Observatorio Ocupacional 2001 (INEM) y contrastan con las ocupaciones más solicitadas por los licenciados ese mismo año que son: "Químico" (53%), Técnico o Analista de laboratorio (24%) y profesor de Física y Química (E. S.) (15%). La diferencia entre las ocupaciones más solicitadas y las ocupaciones mayoritarias contrastan con los datos obtenidos de diferentes estudios de inserción laboral de algunas Universidades en los cuales se contempla que entre el 65 y el 75 % de los estudiantes consideran que su empleo es adecuado a su formación

universitaria mientras que en un rango similar se considera la adecuación de los estudios realizados al empleo conseguido.

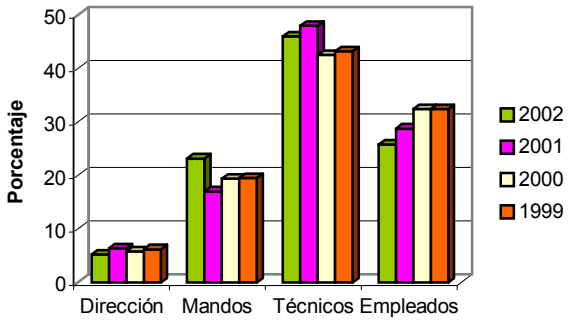
La distribución por áreas funcionales que recoge el informe Infoempleo se detalla en la Figura 4.3.3 y en este caso sólo están incluidas 10 áreas funcionales. Aquí, la distribución funcional se concentra en las áreas comerciales (37%) y la producción con un 17%.

Figura 4.3.3. Distribución por Áreas Funcionales de Licenciados en Química (Fuente: Informe Infoempleo 2003)



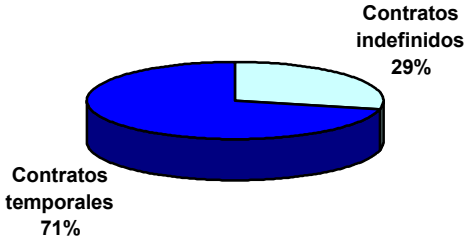
Infoempleo también aporta datos sobre la distribución de las ofertas de empleo por categorías profesionales en el sector en el periodo 2002-2003 y periodos precedentes. La situación es muy similar concentrándose la principal oferta en Técnicos seguida de Empleados con ligeras variaciones al alza en la categoría de Mandos y a la baja en la de Dirección (Figura 4.3.4). Cabe destacar que el informe realizado por el IVIE calcula el infraempleo de los licenciados en Química en torno al 11,4%.

Figura 4.3.4. Ofertas de empleo por categoría profesional



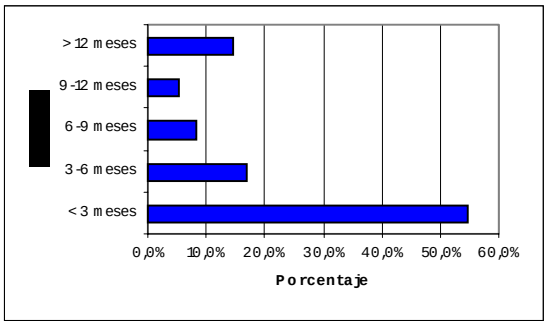
El INEM proporciona datos sobre el tipo de contratación –indefinida o temporal- de los contratados Licenciados en Química. Los datos (figura 4.3.5) indican que la mayor parte de los contratos realizados son temporales. Estos datos contrastan con los emitidos por el informe realizado por el IVIE en los cuales, un 51,1% de los Licenciados en Química tienen contrato indefinido cuatro años después de finalizar sus estudios. Algunas posibles razones para estas discrepancias pueden provenir del tamaño de la muestra analizada o del sesgo que caracteriza a las estadísticas oficiales debido al empleo no declarado.

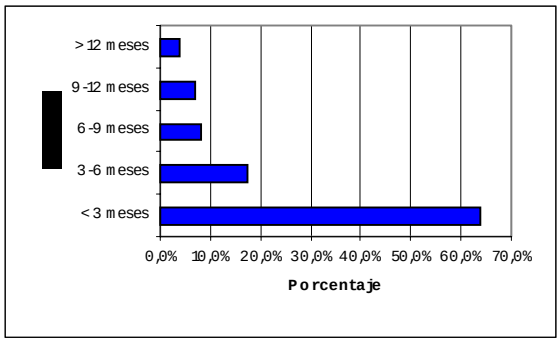
Figura. 4.3.5. Distribución de contratos indefinidos-temporales (fuente INEM, total 3.351 contratos)



Adicionalmente, el INEM proporciona datos sobre la antigüedad como parado y antigüedad en la demanda (figura 4.3.6) donde se puede observar que el Licenciado en Química no acostumbra a ser un parado de larga duración. Estos datos están de acuerdo con las tasas de actividad y desempleo para los jóvenes químicos que, según el informe realizado por el IVIE, se encuentran en el 85,3% y el 11,5% respectivamente.

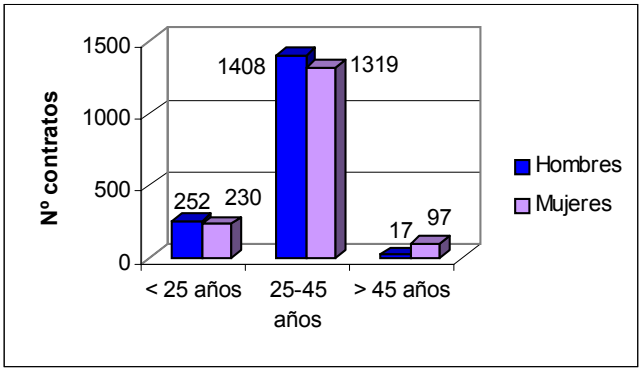
Figura. 4.3.6. Distribución de contrataciones (antigüedad como parado, fuente INEM, total 718 contratos; antigüedad demanda, fuente INEM, total 1112 contratos)

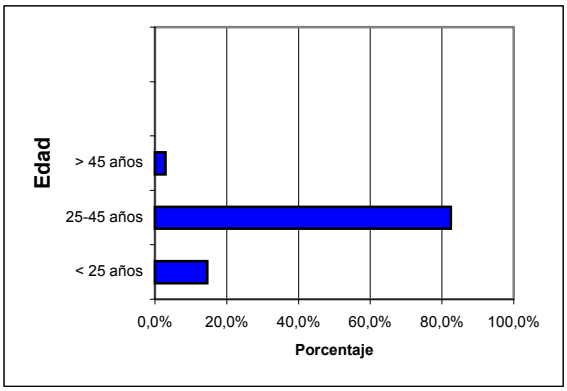




Finalmente el INEM también suministra información sobre las contrataciones según edad y sexo de los contratados (figura 4.3.7).

Figura. 4.3.7. Distribución de contrataciones por edad y sexo (fuente INEM, total 3.306 contratos)





Un dato importante que se extrae de la información recogida en las Universidades es que un tanto por ciento no despreciable de egresados (variable según la universidad y el año) no se incorpora al mercado laboral y sigue sus estudios de tercer ciclo en la misma Universidad. Cabe suponer que otro tanto por ciento, también significativo, debe realizar el doctorado becado en los diferentes Organismos Públicos de Investigación (OPI's). No obstante, no debe olvidarse que en la nueva estructura de los estudios, los graduados en Química no tendrán estas competencias ya que necesitaran obtener adicionalmente un postgrado que les permita realizar el doctorado.

En cuanto al empleo generado en las administraciones públicas, el Centro de Información Administrativa del Ministerio de Administraciones Públicas, índica que desde el año 1998 hasta el momento actual solo se han realizado 26 convocatorias para licenciados en química en el Boletín Oficial del Estado. La mayoría de ellas para acceso a plazas de formación sanitaria especializada para biólogos, bioquímicos y químicos. También aparecen plazas convocadas por ayuntamientos, diputaciones provinciales y ministerios.

El INE proporciona información sobre el personal técnico empleado por el sector público en I+D. Desgraciadamente los datos son disponibles por "campos de actividad" no por titulación. En cualquier caso, los químicos deben estar mayoritariamente englobados en el campo de "Ciencias Experimentales". Según los datos del 2002, en este campo de actividad estaban contratados a tiempo completo un equivalente de 26.340 técnicos, la mayor parte de los cuales (70%) en las Universidades públicas y el remanente en el resto de las administraciones públicas principalmente en los grandes OPI's (27%). En cuanto al nivel de estudios, del total de personal técnico, un 43 % son licenciados, superando a los Doctores en las OPI's y demás administraciones públicas (37%) y quedando por debajo de éstos (47%) en las Universidades públicas (figuras 4.3.8 y 4.3.9). El incremento de este personal técnico de I+D en los últimos 3 años ha sido, de media, un 13,5%. Sin embargo este aumento

se ha centrado en los técnicos con menores niveles de estudio, diplomados y FP superior con incrementos del 38,6 y 34,8% respectivamente, y el menor aumento se ha producido en el caso de los licenciados (8,7%).

Figura 4.3.8. Personal técnico del campo de Ciencias Experimentales empleado en I+D en las Administraciones Públicas exceptuando Universidades (Fuente INE)

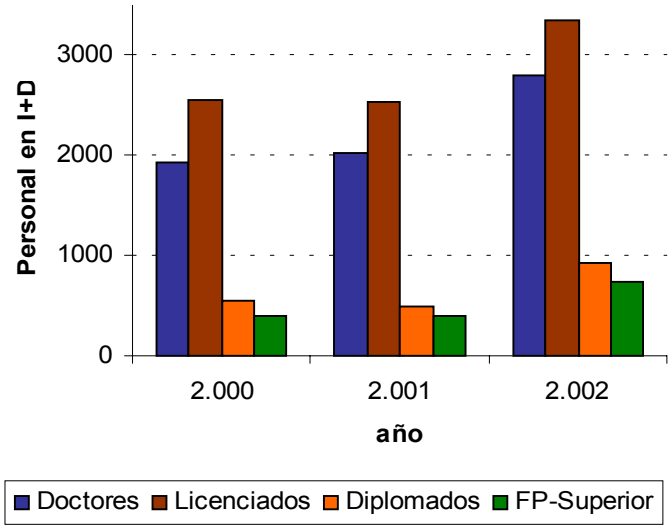
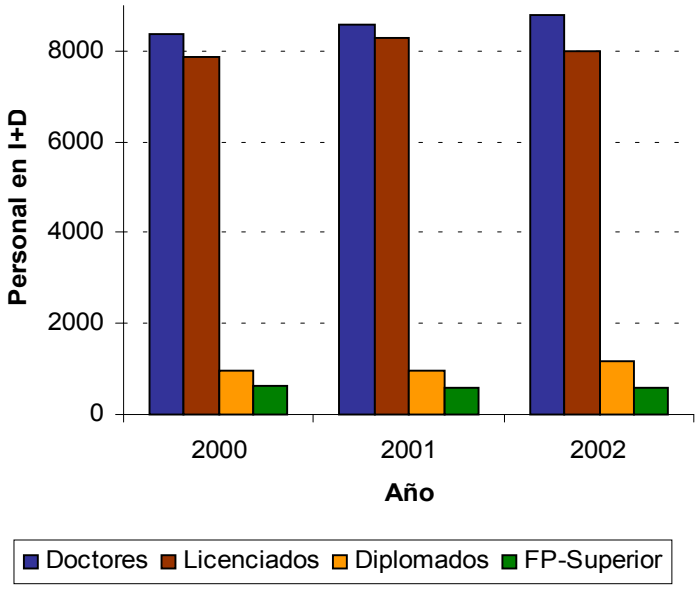


Figura 4.3.9. Personal técnico del campo de Ciencias Experimentales empleado en I+D en las Universidades Públicas (Fuente: INE)



Como se ha comentado anteriormente, una de las ocupaciones más solicitadas es la de profesor en la enseñanza secundaria. Cabe suponer que los datos que aportan infoempleo y el INEM se refieren solo al sector privado. En relación a la oferta publica de empleo, hasta el momento de redactar este informe, solo hemos obtenido datos en la Comunidad Autónoma andaluza, donde el número de plazas convocadas para profesores de enseñanza secundaria, en el área de Física y Química, ha sido de 186 en los últimos 5 años. Se ha solicitado al MECD datos globales para todo el país.

4.4. Conclusiones

La Titulación en Química aparece entre las veinte más demandadas por los empleadores para Licenciados tanto con experiencia como sin ella, si bien el número de Licenciados supera la oferta de empleo. La tendencia al alza de las ofertas de empleo junto con la caída del número de Licenciados, observadas en los últimos años, hace previsible la llegada al equilibrio en un corto período de tiempo.

La oferta sectorial de empleo para los Licenciados en Química viene encabezada por el sector servicios seguido por el sector industrial. La oferta en otros sectores es apenas apreciable. La distribución ocupacional de esta oferta global viene dominada por las ocupaciones de químico propiamente dicho y las de enseñanza. Las ocupaciones comerciales y como técnicos aparecen a una cierta distancia. Esta distribución ocupacional de la oferta global de empleo contrasta con las ocupaciones más solicitadas por los Titulados en Química que son por orden: “químico”, técnico o analista de laboratorio y profesor de física y química. Cabe destacar un bajo autoempleo de los Licenciados en Química.

En cuanto al campo de actividad de las empresas empleadoras, la oferta de empleo para los Titulados en Química viene liderada por el sector químico (que es el cuarto sector empleador del país) seguido a gran distancia por el sector industrial y el hospitalario. Simultáneamente, en la distribución funcional de la oferta de empleo generada por el sector químico, la función comercial domina por delante de la producción y la calidad, mientras que en referencia a la distribución de las ofertas por categorías profesionales, ésta se concentra principalmente en puestos técnicos, seguida de empleados y mandos, y a mayor distancia la oferta de puestos directivos. Las empresas de este sector priorizan, en sus procesos de selección, las variables actitudinales y psico-sociales por encima del expediente académico y la formación técnica del titulado.

El joven Licenciado en Química no acostumbra a ser un parado de larga duración presentando unas tasas de actividad y desempleo del orden del 85% y 11% respectivamente. Estos recién Licenciados son contratados de forma temporal mayoritariamente, pero cuatro años después de finalizar sus estudios más de la mitad de ellos ya cuentan con un contrato indefinido. El sueldo medio de estos jóvenes licenciados en Química se sitúa en una posición intermedia del “ranking” de retribuciones.

5.- PRINCIPALES PERFILES PROFESIONALES DE LOS TITULADOS EN QUÍMICA

El perfil general del Título de Grado en Química vendrá establecido por los siguientes aspectos generales:

- El Licenciado en Química es un graduado universitario con un profundo conocimiento de la Química en general: Inorgánica, Orgánica, Analítica y Química Física, con conocimientos suficientes en sus distintas aplicaciones, tales como Control de Calidad Química, Química Industrial, Química Ambiental, Química de los Alimentos, Toxicología y otros.

- Cuenta con los conocimientos matemáticos, físicos y de informática que le permiten operar con los instrumentos de trabajo necesarios para su trabajo.

- Tiene capacidad para desarrollar metodologías de trabajo para producir, elaborar, analizar y sintetizar sustancias.

- Es capaz de organizar, dirigir y ejecutar las tareas del laboratorio químico y de diseñar la metodología de trabajo a utilizar.

- Es capaz de organizar, dirigir y ejecutar tareas de producción en instalaciones industriales complejas, en particular en aquellas en las que se desarrollen procesos químicos.

- Posee además la formación para el manejo de los materiales e instrumentos de laboratorio químico conforme a las normas de higiene y seguridad.

- Tiene habilidad para llevar a cabo investigaciones y estudios de factibilidad.

- Tiene una actitud de búsqueda de respuestas originales frente a diferentes situaciones.

- Tiene una actitud crítica y flexible que le permite evaluar su propio trabajo y trabajar en equipos interdisciplinarios.

- Tiene conciencia de las responsabilidades que le corresponden en la preservación del ambiente y en el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

De acuerdo con estos aspectos, podrían establecerse cinco perfiles profesionales más definidos:

1.- Perfil Industrial (Producción, Control de Calidad, Proyectos Químicos Industriales, ...).

2.- Perfil en Química Aplicada (Medio Ambiente, Química de los Alimentos, Toxicología, Laboratorios Químicos, ...).

3.- Perfil Investigador (Investigación Básica y Aplicada).

4.- Perfil Docente en Enseñanza no Universitaria.

5.- Perfil en Campos de Actividad Relacionados (Asesores y Técnicos Comerciales, Seguridad e Higiene, Informática, ...).

Esta *especialización* no debe ser excluyente, y no debe quedar reflejada en el Título oficial del Químico, pero si debe dársele al estudiante la posibilidad de orientar su formación hacia alguno de estos perfiles.

6.- IMPORTANCIA DE CADA UNA DE LAS COMPETENCIAS TRANSVERSALES EN RELACIÓN CON EL PERFIL PROFESIONAL DE QUÍMICO

Seguidamente se enumeran esquemáticamente las capacidades y habilidades transversales que confieren esas competencias:

- Destrezas en la comunicación oral y escrita en, por lo menos, dos de los idiomas oficiales de la Unión Europea.
- Destrezas en la resolución de problemas, en relación con información cualitativa y cuantitativa.
- Destrezas numéricas y de cálculo, incluyendo aspectos tales como análisis de error, estimaciones de orden de magnitud y uso correcto de unidades.
- Destrezas en la búsqueda de información, en relación con fuentes de información primarias y secundarias, incluyendo el uso de ordenadores para búsquedas en línea.
- Destreza en el uso de las nuevas tecnologías de la información, tales como procesamiento de datos y hojas de cálculo, registro y almacenamiento de datos. Comunicación a través de internet, etc.
- Destrezas interpersonales, asociadas a la capacidad de relación con otras personas y de trabajo en grupo.
- Destrezas de aprendizaje y adaptación necesarias para continuar el propio desarrollo profesional.
- Capacidad de liderazgo y toma de decisiones.
- Capacidad para organizar y distribuir los tiempos y tareas.
- Capacidad para trabajar de forma autónoma.

Todas ellas se valoran de una importancia fundamental en relación con los distintos perfiles profesionales de químico.

Se entiende que las competencias transversales las va adquiriendo el químico de forma gradual a lo largo de sus años como estudiante y no necesariamente en una “asignatura” específica. A lo largo de la vida profesional el químico irá aumentando estás competencias transversales, con su paulatina formación y madurez y en función de los campos de actividad en que vaya desarrollando su profesión.

7.- COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DE FORMACIÓN DISCIPLINAR Y PROFESIONAL DE ÁMBITO DE ESTUDIO DE LA QUÍMICA CON RELACIÓN AL PERFIL PROFESIONAL DEFINIDO

Las competencias específicas del químico vienen derivadas de los conocimientos en Química, tanto teóricos como experimentales, que se debe garantizar que adquieran los estudiantes en el Título de Grado. Esos conocimientos pueden resumirse en la forma siguiente:

- Aspectos principales de terminología química, nomenclatura, convenios y unidades.
- Variación de las propiedades características de los elementos químicos según la Tabla Periódica
- Características de los diferentes estados de la materia y las teorías empleadas para describirlos.
- Tipos principales de reacción química y sus principales características asociadas.
- Principios y procedimientos empleados en el análisis químico, para la determinación, identificación y caracterización de compuestos químicos.
- Principios de termodinámica y sus aplicaciones en química.
- Cinética del cambio químico, incluyendo la catálisis y los mecanismos de reacción.
- Estudio de los elementos químicos y sus compuestos. Obtención, estructura y reactividad.
- Naturaleza y comportamiento de los grupos funcionales en moléculas orgánicas. Principales rutas de síntesis en química orgánica.
- Propiedades de los compuestos orgánicos, inorgánicos y organometálicos.
- Principios de la mecánica cuántica y su aplicación en la descripción de la estructura y propiedades de átomos y moléculas.
- Interacción radiación-materia. Principios de espectroscopía. Principales técnicas de investigación estructural.
- Principios de Electroquímica. Aplicaciones
- Estudio de las técnicas analíticas (electroquímicas, ópticas, ...) y sus aplicaciones.
- Operaciones unitarias de Ingeniería Química.
- Relación entre propiedades macroscópicas y propiedades de átomos y moléculas individuales: incluyendo macromoléculas (naturales y sintéticas), polímeros, coloides y otros materiales.
- Estructura y reactividad de las principales clases de biomoléculas y la química de los principales procesos biológicos.
- Metrología de los procesos químicos, incluyendo la gestión de calidad.

Estos conocimientos confieren una serie de competencias específicas que podemos separar en dos grandes bloques:

a. Capacidades y habilidades cognoscitivas relacionadas con la química:

- Capacidad de demostrar conocimiento y comprensión de los hechos esenciales, conceptos, principios y teorías relacionadas con las áreas de la materia señaladas anteriormente (apartado 1).
- Capacidad para aplicar dicho conocimiento y comprensión en la resolución de problemas cualitativos y cuantitativos.
- Capacidad para aplicar el método científico a la resolución de problemas.
- Capacidad para la evaluación, interpretación y síntesis de información y datos químicos.
- Capacidad para reconocer e implementar buenas prácticas científicas de medida y experimentación.
- Capacidad creativa de diseño de procesos de síntesis y análisis químico.
- Capacidad y habilidad en la presentación oral y escrita de material científico a un público experto.
- Habilidades computacionales y de procesamiento de datos, en relación con información y datos químicos.

b. Capacidades y habilidades relacionadas con el trabajo experimental:

- Habilidad para manipular materiales químicos con seguridad, teniendo en cuentas sus propiedades físicas y químicas, incluyendo cualquier riesgo específico asociado a su uso.
- Capacidad para desarrollar y llevar a cabo de modo fiable, procedimientos químicos de seguridad estándar en el laboratorio y para usar la instrumentación requerida en trabajos de análisis y síntesis, en relación a sistemas orgánicos e inorgánicos. Control de calidad.
- Capacidad para desarrollar y poner a punto nuevos procesos de síntesis y análisis químico. Escalado de procesos industriales sostenibles.
- Desarrollo de destrezas en la monitorización, mediante observación y medida, de propiedades químicas, sucesos o cambios, y su registro sistemático y fiable así como documentación de las mismas.
- Habilidad para interpretar los datos derivados de las observaciones y medidas de laboratorio en relación con su significación y relacionarlos con las teorías científicas apropiadas.
- Capacidad de evaluar riesgos con relación al uso de sustancias químicas y procedimientos de laboratorio.

8.- CLASIFICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS TRANSVERSALES Y LAS ESPECÍFICAS EN RELACIÓN CON EL PERFIL PROFESIONAL

Para relacionar las distintas competencias transversales y específicas con los cinco perfiles profesionales propuestos anteriormente, se ha otorgado a cada uno de ellos la siguiente identificación numérica:

1.- Perfil Industrial (Producción, Control de Calidad, Proyectos Químicos Industriales, ...)
2.- Perfil en Química Aplicada (Medio Ambiente, Química de los Alimentos, Toxicología, Laboratorios Químicos, ...).
3.- Perfil Investigador (Investigación Básica y Aplicada).
4.- Perfil Docente en Enseñanza no Universitaria.
5.- Perfil en Campos de Actividad Relacionados (Asesores y Técnicos Comerciales, Seguridad e Higiene, Informática, ...).

De acuerdo con ello, se recoge en las siguientes tablas cuales de estos perfiles están más relacionados con cada una de las competencias. En cualquier caso se considera que en la correcta formación del químico, sea cual sea su perfil profesional, son importantes todas las competencias transversales y específicas enumeradas en los apartados 6 y 7. En la tabla que sigue, se señalan con un aspa aquellas características que parecen imprescindibles para cada perfil profesional.

Competencias Transversales	**Perfiles Profesionales**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Destrezas en la comunicación oral y escrita en, por lo menos, dos de los idiomas oficiales de la Unión Europea	X	X	X	X	X
Destrezas en la resolución de problemas, en relación con información cualitativa y cuantitativa.			X		
Destrezas numéricas y de cálculo, incluyendo aspectos tales como análisis de error, estimaciones de orden de magnitud y uso correcto de unidades			X	X	
Destrezas en la búsqueda de información, en relación con fuentes de información primarias y secundarias, incluyendo el uso de ordenadores para búsquedas en línea	X	X	X	X	X
Destreza en el uso de las nuevas tecnologías de la información, tales como procesamiento de datos y hojas de cálculo, registro y almacenamiento de datos. Comunicación a través de internet, etc.	X	X	X	X	X
Destrezas interpersonales, asociadas a la capacidad de relación con otras personas y de trabajo en grupo.	X	X	X	X	X
Destrezas de aprendizaje y adaptación necesarias para continuar el propio desarrollo profesional.	X	X	X	X	X
Capacidad de liderazgo y toma de decisiones	X		X		
Capacidad para organizar y distribuir los tiempos y tareas					
Capacidad para trabajar de forma autónoma			X	X	

Competencias Específicas	Perfiles Profesionales				
	1	2	3	4	5
Capacidad de demostrar conocimiento y comprensión de los hechos esenciales, conceptos, principios y teorías relacionadas con las distintas áreas de la química.			X	X	
Capacidad para aplicar dicho conocimiento y comprensión en la resolución de problemas cualitativos y cuantitativos.	X	X			X
Capacidad para aplicar el método científico a la resolución de problemas.			X	X	
Capacidad para la evaluación, interpretación y síntesis de información y datos químicos.	X		X		
Capacidad para reconocer e implementar buenas prácticas científicas de medida y experimentación.			X	X	
Capacidad creativa de diseño de procesos de síntesis y análisis químico.	X				
Capacidad y habilidad en la presentación oral y escrita de material científico a un público experto	X	X	X	X	X
Habilidades computacionales y de procesamiento de datos, en relación con información y datos químicos	X		X		
Habilidad para manipular materiales químicos con seguridad, teniendo en cuentas sus propiedades físicas y químicas, incluyendo cualquier riesgo específico asociado a su uso.	X	X	X		
Capacidad para desarrollar y llevar a cabo de modo fiable, procedimientos químicos de seguridad estándar en el laboratorio y para usar la instrumentación requerida en trabajos de análisis y síntesis, en relación a sistemas orgánicos e inorgánicos. Control de calidad.	X				X
Capacidad para desarrollar y poner a punto nuevos procesos de síntesis y análisis químico. Escalado de procesos industriales sostenibles.	X	X			
Desarrollo de destrezas en la monitorización, mediante observación y medida, de propiedades químicas, sucesos o cambios, y su registro sistemático y fiable así como documentación de las mismas			X		
Habilidad para interpretar los datos derivados de las observaciones y medidas de laboratorio en relación con su significación y relacionarlos con las teorías científicas apropiadas.			X	X	
Capacidad de evaluar riesgos con relación al uso de sustancias químicas y procedimientos de laboratorio		X			

9.- VALORACIÓN DOCUMENTANDA DE LAS COMPETENCIAS SEÑALADAS POR PARTE DE LOS COLEGIOS PROFESIONALES, ASOCIACIONES U OTRO TIPO DE INSTITUCIONES.

Las competencias que establecen y defienden los Colegios de Químicos y su Consejo General, únicas asociaciones de carácter profesional en España relativas a los Químicos, vienen corroboradas por distintos documentos oficiales (Decretos) que se comentan seguidamente:

1.- *Los Licenciados en Ciencias, Sección de Químicas, están facultados para ejercer actividades profesionales de carácter científico y técnico en la órbita de su especialidad. Estas actividades profesionales comprenden la actuación en tareas directivas ejecutivas o de asesoramiento en entidades que requieren asistencia y colaboración de carácter científico en la especialidad de química, sean sus fines de índole comercial o de otra naturaleza; y el libre ejercicio de la profesión de Químico definida por la realización de investigaciones, estudios, montajes, análisis, ensayos, tasaciones y actividades similares y por la emisión de dictámenes, certificaciones o documentos análogos en asuntos de carácter químico*. (Según Art. 1 del Decreto de 2 de Septiembre por el que se regula la situación profesional de los licenciados en Ciencias Químicas, publicados en BOE de 25 de Septiembre de 1955).

2.- *Los Doctores en Química Industrial gozarán de los derechos señalados en los artículos precedentes y además podrán firmar proyectos de realización de instalaciones y actividades industriales de carácter químico, que serán igualmente admitidos a trámite ante las Corporaciones públicas***.** (Art. 3 en el mismo Decreto de 2 de Septiembre de 1955)

Posteriormente, la facultad de firmar proyectos queda reconocida para todos los licenciados en Químicas (Art. 2 del Decreto 2281/1963 de 10 de Agosto, sobre regulación del Doctorado en Química Industrial y Facultades de los Licenciados, BOE de 9 de Septiembre de 1963):

Los Licenciados en Ciencias, Sección de Químicas, gozarán de las mismas facultades profesionales que atribuye a los Doctores en Química Industrial el artículo tercero del Decreto de dos de septiembre de mil novecientos cincuenta y cinco (Boletín oficial del Estado del veinticinco)

3.- Se reconoce también que el Título habilita para el ejercicio profesional en la Administración:

*El Título de Licenciado en Ciencias, Sección de Químicas, habilita a su poseedor para ocupar en las Administraciones estatal, provincial o municipal plazas de funcionarios técnicos, cuyas misiones sean equivalentes en categoría y responsabilidad a las señaladas en el artículo primero***.** (Art. 4 del Decreto de 2 de Septiembre de 1955)

Definiéndose incluso campos de habilitación concretos:

El título de Licenciado en Ciencias (Sección de Químicas), habilita para los cargos siguientes:

a) Químicos municipales y provinciales
b) Químicos de Institutos de Higiene
c) Químicos de Aduanas
d) Químicos de todo organismo del Estado, Provincia o municipio, Monopolios y empresas dependientes, aún indirectamente, del Estado en que se requiera esta función específica.
e) Químico de empresas privadas.

En concurrencias con otros titulados de profesionalidad similar, servirá para emitir los dictámenes analíticos que hayan de surtir efecto oficial, y tendrá validez para el establecimiento de laboratorios de análisis químicos. (Art. 8 del Decreto de 7 de Julio sobre Ordenación de la Facultad de Ciencias, BOE de 4 de Agosto de 1944)

4.- Por otro lado, el Decreto 1163/2002 de 8 de Noviembre (B.O.E. de 15 de Noviembre), por el que se crean y regulan las especialidades sanitarias para químicos, biólogos y bioquímicos, establece que *los Licenciados en Química podrán acceder a las siguientes especialidades:*

Sanitarias:

a) Análisis Clínicos
b) Bioquímica Clínica
c) Microbiología y Parasitología
d) Radiofarmacia.

10.- RELACIÓN ENTRE LAS COMPETENCIAS Y LA EXPERIENCIA ACADÉMICA Y PROFESIONAL DE LOS TITULADOS

En función del documento aportado por el Consejo General de Colegios de Químicos (Anexo 2), las competencias profesionales de los químicos han quedado refrendadas por su experiencia en el ejercicio de su actividad profesional en numerosos campos:

- Investigación, desarrollo, diseño, ingeniería y control de procesos químicos industriales.
- Investigación, desarrollo, producción, transformación y control de sustancias, componentes de medicamentos humanos y veterinarios.
- Investigación, desarrollo, producción, transformación, control y conservación de todo tipo de alimentos.
- Investigación, desarrollo, producción, transformación, control, conservación, almacenamiento y distribución de productos químicos básicos.
- Investigación, desarrollo, producción, transformación, control, distribución de productos de perfumería y cosméticos, jabones, detergentes y otros productos de limpieza y abrillantamiento.
- Investigación, desarrollo, producción, transformación y control de la explotación industrial racional y sostenible de los recursos naturales (petroquímicas, sidererúrgicas, madereras y papeleras, cementeras, industrias de cerámicas y vidrio, etc.)
- Investigación, desarrollo, producción, transformación y control de los productos auxiliares para la industria (disolventes, aditivos, catalizadores, lubricantes, etc.)
- Investigación, desarrollo y control de productos agroquímicos (fertilizantes, plaguicidas, etc.)
- Investigación, desarrollo y control de materiales para la industria electrónica.
- Investigación, desarrollo, producción y control de productos relacionados con radioquímica, isótopos estables e inestables.
- I+D+I en empresas e instituciones, tanto públicas como privadas.
- Enseñanza en los términos y niveles educativos establecidos por la legislación vigente.
- Estudios y análisis químicos, físicos, bioquímicos e inmunoquímicos de muestras biológicas, incluidas las de origen humano.
- Estudios y análisis forénsicos (Químico Forense).
- Investigación y desarrollo en Química biológica, genómica y proteómica.
- Técnico Superior de Departamento de Análisis o de Control de Calidad, diseño de los protocolos de trabajo y control, etc.
- Responsable de calidad de producto.
- Responsable de procesos de acreditación y validación de laboratorios e instalaciones de proceso. Inspector y Auditor de calidad (tanto de proceso como ambiental).

- Proyección, instalación, dirección, gestión y control de laboratorios de análisis y control de calidad, ya sean químicos, industriales, etc.
- Proyección, instalación, dirección, gestión y control de las Plantas Piloto.
- Estudios de Impacto Ambiental y de Evaluaciones de Impacto Ambiental.
- Instalaciones relacionadas con los Sistemas de Gestión Medioambiental (SGMA) en las empresas (control de gases, depuración de aguas, gestión de residuos, etc.)
- Tratamiento, almacenaje y/o eliminación de residuos nucleares, industriales, urbanos y agrícolas.
- Tratamiento y potabilización del agua.
- Responsable técnico de transporte de mercancías peligrosas.
- Prevención de Riesgos Laborales.-Técnico Superior de Higiene Industrial.
- Administración en puestos de su competencia profesional y de su nivel académico.
- Asesoramiento científico y técnico sobre temas químicos.
- Comercialización y Asistencia técnica al cliente, comprador o usuario del producto, equipo, etc.
- El ejercicio libre de la profesión a través de los trabajos específicos, asesoramientos, realización de arbitrajes, peritaciones y tasaciones relacionados con su formación.
- En general, en todas aquellas actividades que guardan relación con la ciencia y la tecnología química, en los ámbitos comunitario, estatal, autonómico, provincial, municipal o privado.

11. OBJETIVOS DEL TÍTULO A PARTIR DE LOS INFORMES APORTADOS POR LOS DATOS OBTENIDOS ANTERIORMENTE

11.1.- Objetivos generales del Título de Grado en Química.

Siguiendo las Directrices Generales de la Titulación en Química publicadas en el R.D. 463/1992 de 30 de abril (BOE de 8 de mayo 1992), y en el Proyecto de Directrices del Consejo de Universidades [10] se reconoce al profesional químico como un experto en: análisis, síntesis, reaccionabilidad, comportamiento y propiedades de la materia, y en consecuencia, estos estudios deben proporcionar la adecuada formación en todos los aspectos relacionados con los materiales inorgánicos u orgánicos tanto en su vertiente de laboratorio o industrial, como docente o investigadora.

Desde la Declaración de Bolonia, numerosos países han iniciado acciones encaminadas a la revisión de la estructura de sus titulaciones en Química y propiciado, en consecuencia, el informe final del proyecto "*Tuning Educational Structures in Europe [5]* puesto en marcha por la Comisión Europea en mayo de 2001, y en el que participa la red temática EUPEN, que desarrolla las recomendaciones básicas sobre el "TÍTULO EUROPEO DE GRADO EN QUÍMICA EUROBACHELOR".

En la Comunicación de la Conferencia de Berlín se ha establecido un sistema de educación superior estructurado en tres ciclos: los dos primeros ciclos se impartirían en el seno del Espacio Europeo de Enseñanza Superior y su superación "debería dar acceso a los estudios de doctorado"; el tercer ciclo se impartiría en el seno del Espacio Europeo de Investigación ("European Research Area") e incluiría los estudios de doctorado. Se menciona también la actividad investigadora postdoctoral (denominada "postdoctoral level"), aunque por incluir tareas puramente investigadoras y no docentes no se le da la condición de "cuarto ciclo" de la educación superior.

Los planes de estudio en Química vigentes en Europa permiten definir y desarrollar un denominador común: el Título de Grado (BSc): un primer ciclo con una duración de tres o cuatro años y con contenidos comunes, sobre la base de 180 o 240 créditos ECTS.

No obstante, el alto grado de especialización actual de las diferentes áreas de conocimiento que conforman la Química, a su vez interrelacionadas con otros campos del conocimiento (Física, Ingeniería, Medicina, Biología, Geología, etc.) permite asimismo, una gran flexibilidad e interdisciplinaridad para el desarrollo de Programas Oficiales de Postgrado, que facilitarán finalmente la adecuación al empleo de los titulados universitarios.

Por tanto, el título de Grado en Química-Eurobachelor ha de conducir a que el estudiante:

- Disponga de una cualificación relevante para el mercado laboral europeo y aceptada por todos los países firmantes de los acuerdos Bolonia/Praga.
- Pueda continuar su educación en su institución de origen, en otra institución de su país o en otra equivalente de otro país europeo.
- Pueda acceder a ciclos superiores de Postgrado (MSc), ya sea en Química o en campos afines, en la misma o en Instituciones europeas equivalentes en un tiempo consecutivo o después de haber realizado estancias en industria u otros trabajos cualificados (Life Long Learning).

Siguiendo el anterior esquema y utilizando como base los documentos "The Chemistry Eurobachelor" y las conclusiones de la Agencia de Calidad del Reino Unido (QAA) [11], a la hora de establecer el marco general de desarrollo de estos estudios se deben considerar:

1. Los objetivos y propósitos principales que se pueden asociar con la titulación superior en Química.
2. Los temas esenciales que se espera que sean cubiertos en todos los planes de estudio de dichas titulaciones.
3. Las aptitudes, habilidades y competencias que deben desarrollarse en los alumnos durante el estudio de la Química en este ciclo.
4. Por último, las recomendaciones relacionadas con los procedimientos adecuados para la valorar los conocimientos, habilidades y competencias establecidas anteriormente y los criterios para los diferentes niveles de consecución.

11.2. Objetivos específicos del título de Grado en Química.

En consecuencia, se establecen como objetivos principales del título de Grado en Química:

- Inculcar en los estudiantes un interés por el aprendizaje de la Química, que les permita valorar sus aplicaciones en diferentes contextos e involucrarlos en la experiencia intelectualmente estimulante y satisfactoria de aprender y estudiar.
- Proporcionar a los estudiantes una base sólida y equilibrada de conocimientos químicos y habilidades prácticas.
- Desarrollar en los estudiantes la habilidad para aplicar sus conocimientos químicos, teóricos y prácticos, a la solución de problemas en Química.
- Desarrollar en el estudiante, mediante la educación en Química, un rango de habilidades valiosas tanto en aspectos químicos como no químicos.
- Proporcionar a los estudiantes una base de conocimientos y habilidades con las que pueda continuar sus estudios en áreas especializadas de Química o áreas multidisciplinares.
- Generar en los estudiantes la capacidad de valorar la importancia de la Química en el contexto industrial, económico, medioambiental y social.

Bajo este esquema general, cada institución podrá decidir el contenido, la naturaleza y la organización de sus cursos, de tal manera que los programas de la titulación en Química, ofertados por cada Universidad en particular, tendrán sus propias características. Sin embargo, y aunque el nivel de profundidad alcanzado en el desarrollo de los mismos, puede variar con cada programa específico, se pretende que el título de Grado en Química garantice que los estudiantes llegan a conocer los siguientes aspectos fundamentales de la Química y desarrollan las siguientes habilidades y destrezas:

11.2.1. De conocimientos disciplinares del área temática (saber).

- Aspectos principales de terminología química, nomenclatura, convenios y unidades.
- Variación de las propiedades características de los elementos químicos según la Tabla Periódica
- Características de los diferentes estados de la materia y las teorías empleadas para describirlos.
- Tipos principales de reacción química y sus principales características asociadas.
- Principios y procedimientos empleados en el análisis químico, para la determinación, identificación y caracterización de compuestos químicos.
- Principios de termodinámica y sus aplicaciones en química.
- Cinética del cambio químico, incluyendo la catálisis y los mecanismos de reacción.
- Estudio de los elementos químicos y sus compuestos. Obtención, estructura y reactividad.
- Naturaleza y comportamiento de los grupos funcionales en moléculas orgánicas. Principales rutas de síntesis en química orgánica.
- Propiedades de los compuestos orgánicos, inorgánicos y organometálicos.
- Principios de la mecánica cuántica y su aplicación en la descripción de la estructura y propiedades de átomos y moléculas.
- Interacción radiación-materia. Principios de espectroscopía. Principales técnicas de investigación estructural.
- Principios de Electroquímica. Aplicaciones
- Estudio de las técnicas analíticas (electroquímicas, ópticas, ...) y sus aplicaciones.
- Operaciones unitarias de Ingeniería Química.
- Relación entre propiedades macroscópicas y propiedades de átomos y moléculas individuales: incluyendo macromoléculas (naturales y sintéticas), polímeros, coloides y otros materiales.
- Estructura y reactividad de las principales clases de biomoléculas y la química de los principales procesos biológicos.
- Metrología de los procesos químicos, incluyendo la gestión de calidad.

11.2.2. De competencias profesionales (saber hacer, habilidades y destrezas)

A nivel del título de Grado en Química-Eurobachelor, se considera que los estudiantes deben ser capaces de desarrollar un amplio rango de diferentes habilidades y destrezas.

Estas se pueden dividir en tres categorías principales:

a. Habilidades y destrezas cognoscitivas relacionadas con la química, es decir, habilidades y destrezas relacionadas con tareas intelectuales, incluyendo la resolución de problemas.
b. Habilidades prácticas relacionadas con la química, por ejemplo, destrezas relacionadas con la gestión del trabajo de laboratorio.
c. Habilidades transferibles que pueden ser desarrolladas en el contexto de la química y son de naturaleza general y aplicable en otros contextos.

Se enumeran a continuación las principales competencias que se espera hayan desarrollado los estudiantes al finalizar el Grado en Química :

a.- Habilidades y destrezas cognoscitivas relacionadas con la química:

- Capacidad para demostrar el conocimiento y comprensión de los hechos esenciales, conceptos, principios y teorías relacionadas con las áreas de la materia señaladas anteriormente.
- Capacidad para aplicar dicho conocimiento y comprensión en la resolución de problemas cualitativos y cuantitativos según modelos previamente desarrollados.
- Capacidad para reconocer y analizar nuevos problemas y planear estrategias para solucionarlos.
- Habilidad en la evaluación, interpretación y síntesis de datos e información química.
- Habilidad para reconocer e implementar buenas prácticas científicas de medida y experimentación.
- Habilidad en la presentación oral y escrita de material científico a un público experto.
- Habilidad para procesar y computar datos, en relación con información y datos químicos.

b.- Habilidades prácticas relacionadas con la química:

- Habilidad para manipular con seguridad materiales químicos, teniendo en cuenta sus propiedades físicas y químicas, incluyendo los riesgos específicos asociados con su uso.
- Habilidad requerida para llevar a cabo procedimientos estándares de laboratorios implicados en trabajos analíticos y sintéticos, en relación con sistemas orgánicos e inorgánicos.
- Habilidad en la monitorización mediante la observación y medida de las propiedades químicas, sucesos o cambios y el registro sistemático y fiable en la documentación apropiada.
- Competencia en la planificación, diseño y ejecución de investigaciones prácticas, desde la etapa problema-reconocimiento hasta la evaluación y

valoración de los resultados y descubrimientos; esto incluye la capacidad para seleccionar los procedimientos y técnicas apropiadas.
- Capacidad para operar la instrumentación química estándar como la que se utiliza para investigaciones estructurales y separaciones.
- Habilidad para interpretar datos procedentes de observaciones y medidas en el laboratorio en términos de su significación y de las teorías que la sustentan.
- Habilidad para valorar riesgos en el uso de sustancias químicas y procedimientos de laboratorio.

c. Capacidades transferibles:

- Capacidad de comunicación, que comprende tanto comunicación oral como escrita en, por lo menos, dos de los idiomas oficiales de la Unión Europea.
- Capacidad para resolver problemas, relacionados con información cualitativa y cuantitativa, extendiéndola a situaciones donde las evaluaciones han de hacerse sobre la base de una información limitada.
- Capacidad de análisis numérico y computacional, que incluyen aspectos como el análisis de error, orden de magnitud, estimaciones, uso correcto de unidades y modos de presentación de datos.
- Capacidad de información-revisión, en relación con fuentes de información primaria y secundaria, incluyendo información-revisión a través de búsquedas por ordenador.
- Capacidad de manejo de tecnologías de información mediante el uso de procesadores de texto, almacenamiento de datos, comunicación por Internet, etc.
- Capacidad de relacionarse, que viene dada por la capacidad de interaccionar con otras personas y formar parte de equipos de trabajo.
- Capacidad para organizar y aprovechar el tiempo, tal como manifiesta la habilidad para planificar y mejorar la eficiencia y efectividad de los modos de trabajo.
- Capacidad de estudio, necesario para continuar con el desarrollo profesional.

11.2.3. De competencias actitudinales (saber ser, valores)

Entre las principales competencias actitudinales que se espera, hayan desarrollado los estudiantes al finalizar el Grado en Química, derivadas de las encuestas realizadas a estudiantes egresados y empleadores, en el *Proyecto Tuning*, 2001, se citan:

- Capacidad de análisis y síntesis.
- Capacidad de organizar y planificar.
- Capacidad para el trabajo autónomo y la toma de decisiones.
- Capacidad de crítica y autocrítica.
- Habilidades de investigación.
- Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).
- Capacidad de liderazgo.
- Habilidad para trabajar de forma autónoma.
- Capacidad para planificar y dirigir.
- Iniciativa y espíritu emprendedor.

12. ESTRUCTURA GENERAL DEL TÍTULO.

12.1. Hacia una troncalidad común. Consideraciones previas.

Del estudio de los planes de estudio en Química actualmente vigentes en Europa es posible establecer unos contenidos comunes para los dos o tres primeros años de estos estudios universitarios. Sin embargo, tal y como señala el ECTN (European Chemistry Thematic Network: Red establecida en 1996, en la que se integran 28 países, 110 instituciones y los estados participantes asociados: USA, Canadá, Rusia, Israel, Australia) el proceso de convergencia planteado es sinónimo de transparencia, no de total uniformidad. Y en este sentido, se trata de facilitar la comparación internacional y las equivalencias manteniendo la diversidad, y permitiendo a los estudiantes una posibilidad real de elección en su educación en Química en un marco común: *Eurobachelor*.

Queda claro, por tanto, el principio de que cada institución que imparte el *Eurobachelor* o Grado en Química, es completamente libre de decidir el contenido, la naturaleza y organización de sus cursos o módulos, de tal manera que los programas ofertados identifiquen las características específicas propias de cada institución. Siendo de gran importancia el que las instituciones se fijen un alto nivel de rigor, proporcionando de este modo a sus estudiantes las necesarias oportunidades en el mercado laboral nacional e internacional y un buen punto de partida para la transferencia a otros programas académicos en caso de que así lo deseen.

Hay, en principio y dentro del esquema europeo, dos alternativas para la duración del Grado-*Eurobachelor* en Química: 3 años (180 créditos ECTS) y 4 años (240 créditos ECTS). Ambas estructuras tienen ventajas e inconvenientes y, sobre todo, responden a concepciones que, aunque parecidas, no son idénticas.

- Se podría optar por una estructura de 3 años si se desease dar en el grado únicamente una formación básica. Este es el modelo de estructura adoptado, al menos de momento, por un buen número de las universidades europeas. Las ventajas de esta alternativa son:

  - Una inserción más rápida en el mercado de trabajo (aunque sin perfil definido).
  - Los alumnos con menor interés vocacional en la titulación podrían abandonar antes estos estudios con un título oficial.

Como desventaja evidente, frente a lo anterior, en el contexto español, existiría la dificultad para el reconocimiento del título alcanzado en tres años como el equivalente a la actual licenciatura.

- La opción de 4 años que, como veremos, corresponde a nuestra propuesta, permitiría completar la formación básica con una formación específica, que dependería de las aspiraciones profesionales futuras del estudiante. Esto estaría de acuerdo con lo que se recoge en el preámbulo del último Borrador de Real Decreto de 25.09.03: “la necesidad de integrar en el proceso formativo conocimientos específicos de carácter profesional orientados a la integración en el mercado de trabajo”, y que se explicita en el artículo 4.2 de la siguiente manera “El título de Grado surtirá efectos académicos plenos y habilitará para el ejercicio profesional de acuerdo con la normativa vigente”

La información disponible del Grupo Europa pone de manifiesto que 180 créditos es de momento el modelo al que tienden otras Universidades Europeas (la situación es muy cambiante) por lo que se podría recomendar la adopción del mismo para la convergencia con Europa, ya que ofrecería un título oficial que permitiría la inserción laboral en tres años (más atractivo), facilitaría la movilidad y potenciaría los estudios de Master. Sin embargo las cuestiones que siguen aconsejarían la adopción de un modelo de 240 créditos ECTS (4 años):

a) La necesidad de un primer año básico, consecuencia de las carencias en el nivel y tipo de acceso a esta titulación en nuestro sistema educativo y el consiguiente bajo nivel de conocimientos de los estudiantes que acceden a la misma. En el Anexo 1 se presenta un informe sobre: "La situación actual de las enseñanzas científicas en la educación secundaria".

   La situación actual de acceso de los alumnos que acceden a la titulación. Los alumnos actuales proceden en su mayoría de la opción B – Biosanitaria, los cuales acreditan un nivel de conocimientos deficiente y en algunos casos inexistente en aquellas materias que consideramos básicas para afrontar los estudios de grado en química. Por el contrario, la mejor formación adquirida en la enseñanza secundaria y el bachillerato en otros países permite que en sus Universidades se pueda definir un primer curso con mayor profundidad en los contenidos. Por otra parte, esta mejor formación también permite que se pueda acceder a procesos de acreditación con un menor índice de fracaso escolar o menor tiempo de duración de los estudios.

   También hay que destacar que, en aproximadamente la mitad de las Universidades que hemos examinado, el ingreso de los alumnos tiene lugar a los 19 años, después de una mayor dedicación a Física, Química y Matemáticas. Incluso, en aquellos países donde el acceso tiene lugar a los 18 años, el nivel es más alto como consecuencia de una mayor dedicación a las asignaturas citadas (ver Anexo 1).

b) Según el Borrador del Real Decreto de Grado de 25.09.03, artículo 3.5, "la superación de los estudios de Master dará derecho a la obtención del título oficial de Master". En el punto 7 se añade: "*En el nivel de Postgrado, las Universidades establecerán la ordenación académica de las enseñanzas conducentes a la obtención del correspondiente título oficial ajustándose a la normativa específica reguladora de las mismas que apruebe el Gobierno, previo informe del Consejo de Coordinación Universitaria".*

   A este respecto se ha pronunciado la CRUE en su reunión de 6 de octubre de 2003, en su informe sobre los nuevos textos de los Proyectos de Reales Decretos, señalando:

   - *"La necesidad de que se explicite con toda claridad la existencia de un único título de Grado, con objetivos amplios y formación polivalente, aunque pudiera tener duración distinta (180 o 240 créditos), con el fin de potenciar la adecuación al empleo de los titulados universitarios".*

- *"En aras de una deseable flexibilidad e interdisciplinaridad, los estudiantes podrán acceder a Programas Oficiales de Postgrado relacionados o no científicamente con su currículo académico, conforme a los criterios que establezcan las Universidades (artículo 5.4). En todo caso, podrán establecerse requisitos de titulación previa exclusivamente en aquellos títulos de Master a los que se reconozcan por Ley específicos efectos y atribuciones profesionales"*.

Por otra parte, en el artículo 4.4 del borrador del Real Decreto de Grado se establece que: *"No procederá establecer un título universitario oficial de Grado cuyos contenidos formativos y efectos profesionales coincidan con los de otro título oficial*".

Según lo anterior, no está claro que puedan establecerse dos Títulos Oficiales en Química (uno para el nivel de Grado y otro para el de Master), que permitan un diferente nivel de competencias o la separación de las mismas. De existir un único Título, coincidente con la superación del primer ciclo de Grado, con tres años de duración, las habilidades y destrezas del mismo quedarían bastante reducidas.

c) La CRUE en su informe de 4 de junio enunciaba que tanto los debates previos en la Comunidad Universitaria y Conferencia de Rectores, como los contactos con el ámbito profesional, apuntan a una preferencia, en general, por los Bachelors de 240 ETCS y Masters entre 90 y 120.

d) En la LIII Asamblea de la Asociación Nacional de Químicos de España [12], celebrada en Madrid los días 13 y 14 de diciembre de 2003 y tras el examen de la adecuación de la licenciatura en Química a los acuerdos de Bolonia, se concluía:

- *Que esta titulación tiene una vertiente científica y profesional acreditada a lo largo de los años, basada en sus profundos y amplios conocimientos, que les hacen hábiles para su inserción laboral y defensa de sus puestos de trabajo*.

- *Que esta titulación, a lo largo del tiempo, ha requerido que su estudio se extienda a lo largo de cinco cursos, para completar todo aquello que se debe aprender y sedimentar*.

- *Está demostrado, por lo antedicho, que no se debe constreñir esta titulación a menos de ese tiempo, que ya se ha demostrado conveniente y adecuado en nuestro país, máxime con la insuficiente preparación en Química con la que llegan los alumnos desde la Enseñanza Secundaria*.

- *Que toda disminución de contenidos fundamentales, requeridos en la actividad profesional a sus titulados, ha de determinar una imposibilidad de responsabilizarlos con aquello que se les demanda*.

En el artículo 4.6 del citado Proyecto de Real Decreto de Grado, se explicita: "*El establecimiento de un título oficial comportará su inclusión en el Catálogo de títulos Universitarios Oficiales y, en su caso, la supresión de la inscripción en el mencionado Catálogo del título o títulos anteriores que proceda. A estos efectos, el Gobierno determinará, en las normas de establecimiento de títulos, las condiciones para la homologación de los anteriores a los nuevos, así como para la convalidación y adaptación de las enseñanzas que los mismos refrenden".*

Por ello, la Unión Profesional también ha indicado que: "…*una reforma como la que se persigue no puede considerarse en absoluto completa si no contiene pronunciamiento sobre una cuestión clave como es la de la habilitación profesional".*

e) Finalmente, el Consejo de Estado, en su informe de 4 de diciembre propone someter a nueva consideración la limitación de los planes de estudios correspondientes a los estudios de grado a un máximo de 240 créditos. Señala a este respecto que:

"Ni la Declaración de Bolonia ni la Comunicación de la Conferencia de Berlín establecen un máximo para la duración de los estudios universitarios de primer ciclo: tan solo determinan una duración mínima de tres años (180 créditos) y aclaran que "el título concedido al término del primer ciclo corresponderá a un nivel de cualificación apropiado para acceder al mercado de trabajo europeo".

Sin duda ni la Declaración de Bolonia ni la Comunicación de la Conferencia de Berlín persiguen el objetivo de acortar los estudios universitarios con merma de la calidad de la enseñanza universitaria exigida para el acceso al mercado de trabajo. Tan solo tienen la finalidad de lograr que dichos estudios sean compatibles y comparables. De hecho, tanto en aquella Declaración como en esta Comunicación se formula el objetivo de mejorar la calidad de la educación superior ("to enhance the quality of European higher education"), pues "la Europa del conocimiento es un factor insustituible de cara al desarrollo social y humano". Los Ministros manifiestan incluso su preocupación por la posibilidad de que el establecimiento del primer ciclo de los estudios universitarios en el ámbito del Espacio Europeo de Educación Superior pueda dar lugar a una educación superior más corta.

En el Real Decreto proyectado tan solo se contempla una excepción al máximo de 240 créditos establecido para las enseñanzas de Grado: "en los supuestos en que ello venga exigido por el cumplimiento de normas de carácter obligatorio de la Unión Europea, el Gobierno, previo informe del Consejo de Coordinación Universitaria, podrá asignar un número distinto de créditos a determinadas enseñanzas". No obstante, esta excepción puede no resultar suficiente por no poder aplicarse a algunos títulos que requieren conocimientos técnicos y que acaso no puedan impartirse de forma satisfactoria en el plazo de cuatro años (aun cuando no se computen los créditos mencionados en el artículo 5.3 – relativos al proyecto fin de carrera)".

En cualquier caso, dado el carácter de "norma marco" del Real Decreto proyectado esta cuestión debería plantearse caso por caso en cada uno de los Reales Decretos de establecimiento de títulos (artículos 4.3.a) y 5.5 del Real Decreto proyectado). Sin haber realizado un estudio particularizado de la incidencia que en cada caso pueda tener el acortamiento de las enseñanzas universitarias que actualmente comprenden el primer y el segundo ciclo de estudios universitarios, y sin haber oído a los sectores interesados, puede resultar aventurado predeterminar la duración máxima de los estudios de Grado e imponer en todo caso el límite de cuatro años (aun cuando se excluyan de este cómputo los proyectos de fin de carrera).

Se concluye como mejor propuesta la opción de 240 créditos **(4 años)** que permite completar la formación básica con un cierto grado de especialización (de carácter profesional orientada a la integración en el mercado de trabajo). Esta especialización se desarrolla fundamentalmente en los dos últimos años y dependerá de las aspiraciones profesionales futuras del estudiante.

12.2. Propuesta de estructura y duración del título de Grado.

Como conclusión final a las anteriores consideraciones, se presenta la siguiente propuesta:

- ***Duración del grado en Química: Cuatro años, 240 créditos ECTS***

- ***El número de créditos fijado por las directrices generales propias, para el conjunto de los contenidos formativos comunes (core), del plan de estudios conducente a la obtención de este título universitario oficial de Grado debe aproximarse al 70 por ciento del número total de créditos asignado a esta titulación, incluyendo, el trabajo o proyecto fin de carrera, que se considera necesario para la obtención del título.***

Se aceptan por tanto las recomendaciones de convergencia recogidas en el documento *Tuning* de Química sobre:

- La presentación de los contenidos de los cursos del Grado de manera modular, con módulos que deberían corresponder a, por lo menos 5 créditos, pudiendo utilizarse módulos dobles o triples y un proyecto final de carrera (Bachelor Thesis) o equivalente, que proponemos requiere 15 créditos.
- El conjunto global de la titulación no debe contener más de 45 módulos. A este respecto se debe recordar que 45 módulos requieren más de 10 exámenes por año.

13. DISTRIBUCIÓN, EN HORAS DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE, DE LOS DIFERENTES CONTENIDOS DEL APARTADO ANTERIOR Y ASIGNACIÓN DE CRÉDITOS EUROPEOS.

Para los contenidos formativos comunes (módulos troncales), incluyendo el proyecto/trabajo académico dirigido se ha considerado un valor próximo al 70% del número total de créditos. También se han considerado módulos obligatorios, semi-opcionales y optativos (o de libre configuración curricular). Estos últimos módulos han de servir para integrar en el proceso formativo conocimientos específicos de carácter profesional orientados a la integración en el mercado de trabajo, de tal manera que los programas ofertados identifiquen las características específicas propias de cada institución.

Aunque el *Proyecto Tuning* recomienda a las instituciones fomentar la desaparición de las barreras tradicionales entre las distintas especialidades químicas, somos conscientes de que este proceso no es fácilmente aplicable, al menos de momento, a las universidades españolas y por tanto, se ha mantenido la distinción tradicional para los contenidos formativos comunes:

- Módulos troncales: Química General, Matemáticas, Física, Química Analítica, Química Inorgánica, Química Orgánica, Química Física, Bioquímica-Química Biológica.

- Módulos instrumentales obligatorios: Operaciones Básicas de Laboratorio, Cálculo Numérico y Estadístico, Ingeniería Química, Ciencia de Materiales.

- El desarrollo del proyecto/trabajo académico dirigido puede implicar trabajo de equipo, en la medida que éste es un aspecto importante de la empleabilidad. Podrá también extenderse, además de al ámbito universitario, al de la industria química y otras instituciones públicas y privadas, siempre y cuando se garantice la tutorización académica del mismo.

Se mantiene la posibilidad de organizar los contenidos prácticos como módulos independientes o como módulos integrados. Las dos alternativas tienen ventajas y desventajas: si se organizan como módulos independientes el contenido práctico se vera realzado, sin embargo los módulos integrados ofrecen mejores oportunidades para la sincronización de la teoría y la práctica. La decisión, en cada caso, dependerá de la organización final de las enseñanzas, tal y como se contempla en los apartados siguientes.

A continuación se incluye la propuesta de distribución general de los créditos que se consideran necesarios para el desarrollo del plan de estudios conducente a la obtención del título universitario oficial de Grado en Química.

GRADO EN QUÍMICA		Créditos ECTS
Contenidos formativos comunes	Materias comunes	155
	Proyecto/trabajo académicamente dirigido	15
Materias optativas y L.C.C. determinadas discrecionalmente por cada Universidad	Créditos obligatorios y/o semiopcionales	70
	Créditos opcionales (o de libre asignación según perfil).	
	Total	240

En resumen, 155 créditos forman el núcleo de la titulación (Core), 15 créditos se asignan al proyecto (obligatorio), y quedan libres de asignación por cada institución un total de 70 créditos.

13.1. Determinación del número de horas de trabajo del estudiante.

Entre las medidas encaminadas a la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior se encuentra el establecimiento del Sistema Europeo de Transferencia de Créditos (ECTS) en las titulaciones oficiales de grado y de postgrado. Su implantación ha sido recomendada en las sucesivas declaraciones de Bolonia (1999) y Praga (2001) [13].

El sistema ECTS está implantado en una gran mayoría de los estados miembros y asociados a la Unión Europea y constituye un punto de referencia básico para lograr la transparencia y armonización de las enseñanzas. Se basa en dos elementos básicos: la información sobre los programas de estudios y la utilización de créditos europeos, proporcionando en consecuencia, un procedimiento estandarizado de medida y comparación del aprendizaje en diferentes contextos (diferentes programas académicos, diferentes países,...). Y para ello, los créditos ECTS no deben indicar simplemente el número de horas dedicadas al aprendizaje, sino que deben además aportar información sobre las cualidades de ese aprendizaje (naturaleza, contexto, nivel,...).

La Ley Orgánica 6/2001, en sus artículos 87 y 88, encomienda al Gobierno, en el ámbito de sus competencias, la adopción de medidas necesarias para la plena integración del sistema español en el Espacio Europeo de Educación Superior. Entre ellas se encuentra, en primer lugar, determinar las normas necesarias para que sea el crédito europeo la unidad de medida del haber académico correspondiente a la superación de cada una de las materias que integran los planes de estudio de las distintas enseñanzas conducentes a la obtención de títulos de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional.

En desarrollo de lo anterior, el pasado 18 de septiembre se publicaba en el BOE núm. 224, el Real Decreto 1125/2003 por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional.

A partir de la publicación del R.D. 1125/2003, y a la hora de determinar el número de horas de trabajo del estudiante, se deben tener en cuenta, entre otras, las siguientes normas:

- Artículo 3., "*el crédito europeo representa la cantidad de trabajo del estudiante para cumplir los objetivos del programa de estudios… En esta unidad de medida se integran las enseñanzas teóricas y prácticas, así como otras actividades académicas dirigidas, con inclusión de las horas de estudio y de trabajo que el estudiante debe realizar para alcanzar los objetivos formativos propios de cada una de las materias del correspondiente plan de estudios*".

- Artículo 4. 1. "*El número total de créditos establecido en los planes de estudio para cada curso académico será de 60".*

- Artículo 4.3., *"…En la asignación de créditos a cada materia deben estar comprendidas las horas correspondientes a las clases lectivas, teóricas o prácticas, las horas de estudio, las dedicadas a la realización de seminarios, trabajos, prácticas o proyectos y las exigidas para la preparación y realización de exámenes y pruebas de evaluación".*

- Artículo 3.4. "*Esta asignación de créditos, y la estimación de su correspondiente número de horas, se entenderá referida a un estudiante dedicado a cursar a tiempo completo estudios universitarios durante un mínimo de 36 y un máximo de 40 semanas por curso académico".*

- Artículo 3.5.,*"El número mínimo de horas, por crédito, será de 25, y el número máximo de 30".*

Para el cálculo del crédito ECTS se debe considerar por tanto:

- Duración de la asignatura.
- Número de horas presenciales por asignatura.
- Número de horas dedicadas a la preparación necesaria antes y después de cada clase.
- Realización de exámenes.
- Número de horas invertidas en el trabajo autónomo del alumno (recogida y selección de materiales de estudio, preparación de exámenes, realización de trabajos, trabajo independiente de laboratorio, etc.).

Si se valora en 60 créditos europeos el conjunto organizado de materias/asignaturas que un estudiante medio, dedicado al estudio a tiempo completo, debe superar en un año, su equivalencia en horas de trabajo para dicho estudiante es de aproximadamente1600 horas:

8 horas diarias x 5 días a la semana x 40 semanas al año = 1600 horas.

Evidentemente, los estudiantes más dotados requerirán menos horas y los menos dotados más. Tiene la ventaja de que cada persona estudie a tiempo completo o a tiempo parcial, puede valorar lo que es capaz de asumir en el tiempo de que disponga.

La propuesta inicial que se asume en el presente proyecto corresponde a los datos básicos para la armonización de los sistemas educativos en la UE que establecen los siguientes valores para el área de ciencias experimentales:

Semanas/curso:	40
Horas/semana:	40
Horas/curso:	1600
Créditos/curso:	60
Créditos/semana:	1,5
Horas/crédito:	25 – 30 (25 ± 5%)

Horas de estudio/esfuerzo personal por 1 h. presencial de teoría: 1,5 h.
Horas de estudio/esfuerzo personal por 1 h. presencial de prácticas: 0,75 h.

Según estos criterios, a cada asignatura se le asignarán un número de créditos según la proporción de trabajo que requiera en relación con el total y para ello, será útil disponer de datos fiables sobre el número de horas que los estudiantes dedican a cada una. Sin embargo, somos conscientes de que en la práctica, el volumen de trabajo varía de año en año, dependiendo de diversos factores, tales como: la utilización de diferentes metodologías docentes, el número de estudiantes por profesor, los conocimientos previos de los estudiantes, etc. La única manera de asignar créditos coherentemente es especificando de antemano el volumen de trabajo en una “Guía Docente” a revisar anualmente.

Resulta evidente que el cálculo más o menos exacto sólo puede hacerse de las horas presenciales (teóricas y prácticas) diseñadas por el profesor, el resto de horas no son sino estimaciones sobre el trabajo que un alumno hipotéticamente habrá de dedicar a la asignatura. Probablemente con el paso del tiempo podamos “afinar” mucho más nuestras estimaciones sobre el problema, por ejemplo mediante el uso de encuestas detalladas a profesores y estudiantes, tal como se ha realizado en el “Proyecto Piloto de establecimiento de redes universitarias de la Comunidad de Madrid y otras Comunidades Autónomas”. [14]

Algunos de los posibles aspectos a contemplar en el cálculo de la dedicación del estudiante son:

- En relación con las horas de estudio general y preparación de exámenes se considera necesario diferenciar entre: estudio habitual de contenidos para la preparación de clases, preparación de problemas y prácticas, estudio para preparación de exámenes. Sin embargo, algunas de esas horas de trabajo sometido a evaluación podrían ser compartidas entre varias asignaturas y, en algún caso, pudiera pensarse en actividades o trabajos que recogieran contenidos y objetivos de dos o más asignaturas, optimizando el tiempo de dedicación de estudiantes y de profesores.

- Sería recomendable analizar colectivamente entre todos los profesores de las diferentes asignaturas, el conjunto de actividades que, a lo largo del curso, el estudiante debe realizar en cada una de ellas, a fin de valorar si se trata de una propuesta global razonable y evitando, en consecuencia, la acumulación excesiva de trabajos individuales y colectivos que hagan inviable su realización por parte del alumno.

- Se recomienda considerar actividades complementarias como forma de completar la formación del alumno (asistencia a conferencias, asistencia a sesiones de debate, trabajos voluntarios...) o como forma de orientar la misma (asistencia a tutorías y seminarios impartidos por el profesor).

- Debe evitarse la utilización de decimales en el valor final de créditos ECTS asignados a una asignatura o, por lo menos, limitar su uso a fracciones de medio crédito.

Teniendo en cuenta estas consideraciones es necesario estudiar con detalle la asignación de horas presenciales y de trabajo global a cada asignatura que permita adecuar nuestra estructura académica actual a la unidad de medida común de la UE.

Esto último supone que en ningún caso, el número de horas presenciales para clases teóricas por crédito europeo, debe superar el valor de 10 horas; mientras que en el caso de las horas presenciales para clases prácticas la cota superior se establece en 14,5 horas por crédito europeo.

13.2. Asignación de créditos europeos a los contenidos formativos comunes.

En función de los acuerdos relativos al núcleo troncal para el Eurobachelor en Química [4-6], se ha consensuado la siguiente propuesta, que supone distribuir **170 créditos correspondientes a contenidos formativos comunes, entre las siguientes materias:**

CONTENIDOS TRONCALES:

➢ **MATERIA: <u>QUÍMICA GENERAL</u>** **Créditos europeos asignados: 15**
Teóricos: 15

Contenidos teóricos mínimos:

- Estructura atómica.
- Tabla periódica de los elementos. Propiedades periódicas.
- Nomenclatura química: inorgánica y orgánica.
- Estequiometría.
- El enlace químico: teorías y tipos de enlace.
- Estados de agregación de la materia.
- Disoluciones.
- Fundamentos de la reactividad química.
- Termodinámica química.
- Cinética química.
- Equilibrio químico.
- Equilibrios iónicos en disolución.
- Química de los grupos funcionales orgánicos.

Objetivos:

- Conocer y saber usar el lenguaje químico relativo a la designación y formulación de los elementos y compuestos químicos inorgánicos y orgánicos de acuerdo con las reglas estándares de la IUPAC y las tradicionales más comunes.

- Tener un concepto claro de los aspectos más básicos de la Química que se relacionan con las leyes ponderales, concepto de mol y número de Avogadro, el uso de masas atómicas y moleculares, unidades de concentración y la estequiometría en las trasformaciones químicas.
- Adquisición de nuevos conceptos básicos y reforzamiento de los previamente adquiridos relativos: A la composición de la materia, la estructura de los átomos, sus propiedades periódicas, el enlace y la estructura de las moléculas y la manera en que interaccionan para dar lugar a los diferentes estados de agregación en que se presenta la materia.
- Tener conocimientos básicos de Termodinámica y Cinética química: Las principales funciones termodinámicas que controlan la espontaneidad y el equilibrio en las transformaciones químicas; el progreso temporal de las mismas en términos de velocidades de reacción y su dependencia con la temperatura y con la concentración de las sustancias reaccionantes.
- Aprender el significado del equilibrio químico, la constante de equilibrio y los aspectos cuantitativos que se derivan de ello en particular en los equilibrios en sistemas iónicos en disolución.
- Adquisición de conocimientos básicos relativos a la estructura y reactividad de los compuestos químicos inorgánicos y orgánicos más comunes.

Capacidades adquiridas:

- Poder nombrar y formular los compuestos químicos Inorgánicos y orgánicos.
- Poder resolver cualquier problema básico relativo a la determinación de las fórmulas empíricas y moleculares de los compuestos. Saber expresar la composición de las substancias químicas y de sus mezclas en las unidades estándares establecidas. Saber resolver problemas cuantitativos sencillos relativos a los procesos químicos, tanto en el equilibrio como desde un punto de vista cinético.
- Capacidad para predecir de una manera cualitativa qué propiedades-físico químicas permiten adquirir conocimientos más específicos dentro de cada una de las áreas en razón de composición y de la estructura de sus átomos y moléculas, de manera que pueda prever cual será su comportamiento químico más probable.
- Disponer de unos conocimientos básicos, pero suficientemente amplios, que permitan la adquisición de una manera efectiva de conocimientos más específicos dentro de cada una de las áreas de la Química (analítica, biológica, física, inorgánica y orgánica)
- Poder explicar de manera comprensible fenómenos y procesos relacionados con aspectos básicos de la Química.

➢ **MATERIA: QUÍMICA ANALÍTICA** **Créditos europeos asignados: 22,5**
Teóricos: 15 Prácticos: 7,5

Contenidos mínimos teóricos:

- Proceso analítico.
- La medida en química analítica.
- Química analítica de las disoluciones.
- Análisis cualitativo. Identificación de especies químicas.
- Análisis cuantitativo, volumétrico y gravimétrico
- Técnicas analíticas de separación: Técnicas no Cromatográficas y Cromatográficas.
- Análisis instrumental: principios generales.
- Técnicas ópticas de análisis.
- Técnicas electroanalíticas.
- Hibridación instrumental.
- Introducción a la quimiometría.

Contenidos prácticos mínimos:

- Laboratorio de análisis de especies químicas.
- Aplicaciones de las principales técnicas instrumentales empleadas en Química Analítica: cromatográficas, ópticas, electroquímicas, etc.

Objetivos:

- Conocer el proceso analítico, los diferentes pasos que lo integran y los estándares y el tratamiento estadístico de los datos experimentales, que constituyen puntos básicos para obtener unos resultados de calidad.
- Adquisición de los conocimientos básicos sobre la identificación de especies químicas, necesarios para el análisis cualitativo.
- Conocer los fundamentos y saber aplicar las técnicas analíticas cromatográficas y no cromatográficas de separación de sustancias químicas.
- Conocer y saber aplicar los métodos cuantitativos de análisis de sustancias químicas.
- Conocer los fundamentos de las principales técnicas instrumentales de análisis, así como saber aplicarlas a resolución de problemas químico-analíticos.
- Reconocer la Química Analítica como la ciencia metrológica que desarrolla, optimiza y aplica procesos de medida (métodos analíticos) destinados a obtener información química de calidad.

Capacidades adquiridas:

- Disponer de los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para planificar, aplicar y gestionar la metodología analítica más adecuada para abordar problemas de índole medio ambiental, sanitario, industrial, alimentario o de cualquier índole relacionada con sustancias químicas.
- Disponer de los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para abordar la gestión de residuos químicos y de seguridad en el laboratorio.
- Poder explicar de manera comprensible fenómenos y procesos relacionados con la Química Analítica
- Comprender y utilizar la información bibliográfica y técnica referida a los procesos químicos analíticos.

➢ **MATERIA: QUÍMICA INORGÁNICA** **Créditos europeos asignados: 22,5**
Teóricos: 15 Prácticos: 7,5

Contenidos teóricos mínimos:

- Estructura, enlace y propiedades de los elementos y compuestos inorgánicos.
- Aspectos termodinámicos, cinéticos y reactividad de las sustancias inorgánicas.
- Química descriptiva de los elementos de los bloques s y p y de sus compuestos más importantes.
- Introducción a la química de los metales de transición.
- Compuestos de coordinación y organometálicos.
- Sólidos inorgánicos.
- Métodos experimentales para la determinación de la estructura de los compuestos inorgánicos.

Contenidos prácticos mínimos:

- Laboratorio de experimentación en Química Inorgánica, con especial énfasis en las técnicas y métodos de síntesis y caracterización de compuestos inorgánicos.

Objetivos:

- Conocer el enlace, la estructura, las propiedades, los métodos de obtención y las reacciones químicas más importantes de los elementos químicos y de sus compuestos más representativos.
- Adquirir un conocimiento claro del enlace en los compuestos de coordinación, sus espectros electrónicos y propiedades magnéticas, estructura y tipos de reacciones más importantes, incluyendo los aspectos termodinámicos y cinéticos.
- Conocer cómo es el enlace químico en los compuestos organometálicos, su estructura, reacciones y propiedades más importantes.
- Conocer cómo es el enlace, la estructura, reactividad y las propiedades de los sólidos inorgánicos.

- Adquirir la formación e instrucción prácticas necesarias para aplicar de manera satisfactoria los métodos experimentales de síntesis y de caracterización de compuestos inorgánicos. Desarrollo de una actitud crítica, de perfeccionamiento en la labor experimental y de búsqueda de respuestas a los problemas diarios en el laboratorio incluyendo los aspectos de seguridad.
- Conocer y saber utilizar las técnicas experimentales empleadas habitualmente en la determinación estructural de compuestos inorgánicos.
- Reconocer la importancia de la Química Inorgánica dentro de la ciencia y su impacto en la sociedad industrial y tecnológica

Capacidades adquiridas:

- Saber relacionar, diferenciar y reconocer el comportamiento de los elementos químicos y sus compuestos así como predecir las propiedades, tipo de enlace, estructura y posible reactividad de compuestos inorgánicos no descritos en base a las relaciones entre grupos y variaciones establecidas.
- Habilidad para manipular los reactivos químicos y compuestos inorgánicos con seguridad.
- Planificar y llevar a cabo experimentalmente síntesis sencillas de compuestos inorgánicos, con seguridad y utilizando las técnicas adecuadas.
- Asignar y determinar la estructura de los distintos tipos de compuestos inorgánicos.
- Comprender y utilizar la información bibliográfica y técnica referida a los compuestos inorgánicos
- Poder explicar de manera comprensible fenómenos y procesos relacionados con la Química Inorgánica

➢ **MATERIA: <u>QUÍMICA ORGÁNICA</u>** **Créditos europeos asignados: 22,5**
Teóricos: 15 Prácticos: 7,5

Contenidos teóricos mínimos:

- Estructura y propiedades de los compuestos orgánicos. Isomería y estereoisomería.
- Reactividad. Mecanismos de las reacciones orgánicas.
- Alcanos, alquenos, alquinos y aromáticos. Derivados halogenados.
- Alcoholes, éteres y fenoles. Compuestos nitrogenados.
- Aldehídos y cetonas.
- Ácidos carboxílicos y sus derivados.
- Compuestos difuncionales.
- Compuestos heterocíclicos.
- Compuestos de azufre, fósforo y silicio.
- Metodología sintética. Análisis retrosintético.
- Interconversión de grupos funcionales.
- Formación de enlaces carbono-carbono.
- Formación de enlaces carbono-heteroátomo.
- Estructura y reactividad de productos naturales orgánicos.
- Determinación estructural de compuestos orgánicos por métodos espectroscópicos.

Contenidos prácticos mínimos:

- Laboratorio de experimentación en Química Orgánica, con especial énfasis en las técnicas, métodos de síntesis y caracterización de compuestos orgánicos.

Objetivos:

- Conocer la estructura y la reactividad de los grupos funcionales orgánicos más comunes que se mencionan explícitamente en el apartado de contenidos mínimos.
- Conocer la estereoquímica de los compuestos orgánicos y la estereoelectricidad de las reacciones.
- Ser capaz de relacionar los efectos estero-electrónicos, con la estructura y la reactividad de las moléculas orgánicas.
- Adquirir la formación e instrucción práctica necesaria para aplicarla a la metodología sintética y a la caracterización de compuestos orgánicos. Desarrollar una actitud crítica de perfeccionamiento en la labor experimental y buscando soluciones a los problemas diarios en el laboratorio incluyendo los aspectos de seguridad
- Conocer y saber utilizar las técnicas experimentales habituales en la determinación estructural de compuestos orgánicos.
- Conocer la estructura, función y reactividad de los productos naturales orgánicos.
- Reconocer la importancia de la Química Orgánica dentro de la ciencia y su impacto en la sociedad industrial y tecnológica

Capacidades adquiridas:

- Comprender las propiedades estructurales y la reactividad de los compuestos y de los grupos funcionales orgánicos aplicándolos a la solución de problemas sintéticos y estructurales.
- Habilidad para manipular reactivos químicos y compuestos orgánicos con seguridad.
- Planificar y llevar a cabo experimentalmente síntesis sencillas de compuestos orgánicos con seguridad y utilizando las técnicas adecuadas.
- Elucidar la estructura de los compuestos orgánicos sencillos, utilizando técnicas espectróscopicas.
- Poder explicar de manera comprensible fenómenos y procesos relacionados con la Química Orgánica.
- Saber adquirir y utilizar información bibliográfica y técnica referida a los compuestos orgánicos

PROYECTO DE LA RED DE QUÍMICA

MATERIA: QUÍMICA FÍSICA

Créditos europeos asignados: 22,5
Teóricos: 15 Prácticos: 7,5

Contenidos teóricos mínimos:

- Termodinámica química. Principios. Variables y funciones termodinámicas.
- Termoquímica.
- Disoluciones ideales y reales. Propiedades coligativas. Equilibrios de fases.
- El equilibrio químico.
- Fundamentos de termodinámica estadística.
- Fenómenos de transporte y de superficie.
- Cinética química: cinética formal y cinética molecular. Mecanismos. Catálisis.
- Electroquímica: Equilibrios iónicos. Conductividad electrolítica. Equilibrios electroquímicos. Cinética electródica.
- Macromoléculas y coloides.
- Química cuántica: aplicación de la mecánica cuántica al estudio de sistemas sencillos, de los átomos y de las moléculas.
- La interacción entre la radiación electromagnética y la materia. Espectroscopias de absorción, emisión y de dispersión Raman. Espectroscopias de resonancia magnética de espín.

Contenidos prácticos mínimos:

- Laboratorio de experimentación con especial énfasis en la caracterización físico-química de compuestos.
- Experimentación en termodinámica química, electroquímica y cinética química.
- Aplicación de las técnicas espectroscópicas al estudio de sistemas de interés químico-físico.
- Utilización de ordenadores para el estudio de átomos y moléculas.

Objetivos:

- Tener los conocimientos teóricos y experimentales necesarios para abordar: El comportamiento macroscópico de la materia a través de la aplicación de los principios de la Termodinámica Química, y su relación con las propiedades microscópicas a través de los principios de la Termodinámica Estadística.
- Adquirir los conocimientos teóricos necesarios para enjuiciar los cambios asociados a las reacciones químicas en términos de mecanismos de reacción y ecuaciones de velocidad, así como las habilidades prácticas necesarias para la cuantificación experimental de estos procesos.
- Tener un conocimiento básico de los fenómenos electroquímicos y sus aplicaciones tecnológicas.
- Conocer los principios de la Mecánica Cuántica y su aplicación a la descripción de las propiedades de los átomos, las moléculas y los sólidos.
- Conocer el origen de los fenómenos espectroscópicos y el fundamento cuántico de las diferentes técnicas para la determinación de los diversos parámetros estructurales moleculares.
- Reconocer la importancia de la Química Física y su impacto en la sociedad industrial y tecnológica.

Capacidades adquiridas:

- Capacidad para definir el estado de un sistema químico en función de sus propiedades macroscópica, y analizar la evolución espontánea del mismo.
- Capacidad para comprender y predecir el comportamiento y reactividad de átomos y moléculas a partir del análisis de su estructura, que podrá determinarse a partir de datos espectroscópicos.
- Adquirir destreza en el manejo de las principales técnicas instrumentales empleadas en química y poder determinar a través del trabajo experimental las propiedades estructurales, termodinámicas, y el comportamiento cinético de los sistemas químicos.
- Destreza en el tratamiento y propagación de errores de las magnitudes medidas en el laboratorio y destreza en el manejo de programas informáticos para llevar a cabo el tratamiento de datos experimentales.
- Destreza en el manejo de programas informáticos de cálculo de propiedades microscópicas de la materia, y de programas de simulación de aquellas técnicas que por su alto coste no es posible tener en el laboratorio.
- Comprender y utilizar la información bibliográfica y técnica referida a los fenómenos físico-químicos.

➢ **MATERIA: <u>BIOQUÍMICA Y QUÍMICA BIOLÓGICA</u>** **Créditos europeos asignados: 7,5**
Teóricos: 6 Prácticos: 1,5

Contenidos teóricos mínimos:

- Estructura y función de macromoléculas y membranas biológicas.
- Catálisis y control de las reacciones bioquímicas.
- La función de los metales en los procesos biológicos.
- Bioenergética.
- Metabolismo.
- Información genética.
- Estructura, propiedades y reactividad química de biomoléculas.

Contenidos prácticos mínimos:

- Metodología en Bioquímica y Química Biológica.

Objetivos:

- Comprender la estructura de las grandes macromoléculas biológicas (proteínas, ácidos nucleicos y polisacáridos) y de los grandes agregados biológicos (membranas y bicapas), los factores que la determinan y cómo su función está condicionada por su estructura.
- Conocer cuales son las reacciones químicas de mayor importancia en los procesos biológicos, entender sus mecanismos y los factores que las controlan. Conocer cuales son los factores cinéticos y termodinámicos que controlan la acción catalítica enzimática, los procesos cooperativos y los inhibitorios.

- Conocer los aspectos más básicos del funcionamiento de las células y entenderlos en términos químicos. Conocer los hechos básicos del metabolismo y las rutas metabólicas.
- Conocer los fundamentos de la biosíntesis de proteínas y ácidos nucléicos.
- Adquirir la formación e instrucción prácticas necesarias para aplicar de manera satisfactoria los métodos experimentales más sencillos usados en Bioquímica y Química Biológica. Desarrollar una actitud crítica, de perfeccionamiento en la labor experimental buscando soluciones a los problemas diarios en el laboratorio incluyendo los aspectos de seguridad.

Capacidades adquiridas:

- Disponer de los fundamentos teóricos que permitan la comprensión del comportamiento de los sistemas biológicos en términos de procesos químicos .
- Habilidad para la manipulación segura de muestras biológicas con fines analíticos o preparativos en laboratorios biosanitarios.
- Poder explicar de manera comprensible fenómenos y procesos relacionados con la Bioquímica y Química Biológica.
- Comprender y utilizar la información bibliográfica y técnica referida a los compuestos bioquímicos.

➢ **MATERIA: <u>FÍSICA</u>** **Créditos europeos asignados: 10**
Teóricos: 8,5 Prácticos: 1,5

Contenidos teóricos mínimos:

- Magnitudes, unidades y análisis dimensional.
- Cinemática y dinámica de una partícula.
- Sistemas de partículas. Teoremas de conservación.
- Dinámica de rotación.
- Gravitación.
- Fluidos. Hidrostática. Dinámica de fluidos.
- Movimiento oscilatorio. Movimiento armónico simple.
- Movimiento ondulatorio: características generales.
- Campo eléctrico. Energía potencial eléctrica. Circuitos eléctricos.
- Campo magnético. Movimiento de cargas en campos magnéticos. Inducción magnética.
- Radiación electromagnética.
- Principios de óptica.

Contenidos prácticos mínimos:

- Laboratorio de experimentación dedicado al aprendizaje de la metodología y de las técnicas de medida empleadas en Física, con especial énfasis en aquellas relacionadas con la mecánica, los fluidos, el movimiento oscilatorio y ondulatorio, los campos eléctricos y magnéticos y con los usos y aplicaciones de la óptica.

Objetivos:

- Tener un conocimiento claro de las magnitudes físicas fundamentales y las derivadas, los sistemas de unidades en que se miden y la equivalencia entre ellos.
- Conocer los principios de la mecánica newtoniana y las relaciones que se derivan de ellos, aplicándolos al movimiento de una partícula y de un sistema de partículas, incluyendo el movimiento rotacional y oscilatorio.
- Conocer los fundamentos de la mecánica de fluidos.
- Adquirir conocimientos básicos relativos al movimiento ondulatorio, describiendo sus características esenciales y el principio de superposición.
- Adquirir conocimientos básicos relativos al concepto de campo, haciendo especial énfasis en los campos eléctrico y magnético, y también en las fuerzas y potenciales electrostáticos, relacionándolos con los producios por los iones y dipolos moleculares.
- Conocer qué es la radiación electromagnética y cuales son sus causas. Conocer el espectro electromagnético y comprender los fundamentos de la óptica física.

Capacidades adquiridas:

- Disponer de los fundamentos teóricos mínimos que permitan la comprensión de los aspectos de la química que se relacionan con el movimiento traslacional, rotacional y vibracional molecular.
- Disponer de los fundamentos teóricos mínimos que permitan la comprensión de los aspectos de la Química relacionados con la mecánica de fluidos (gases y líquidos) de interés en los procesos químicos industriales y en otros aspectos de la Química Física.
- Disponer de los fundamentos teóricos mínimos que permitan la comprensión de los aspectos de la química relacionados con las fuerzas intermoleculares electrostáticas entre iones y dipolos moleculares.
- Disponer de los fundamentos teóricos mínimos que permitan la comprensión de los aspectos de la química relacionados con la espectroscopia atómica y molecular.
- Poder explicar de manera comprensible fenómenos y procesos relacionados con aspectos básicos de la Física.

➢ **MATERIA: <u>MATEMÁTICAS</u>** **Créditos europeos asignados: 10**
Teóricos: 10

Contenidos teóricos mínimos:

- Espacios vectoriales.
- Aplicaciones lineales.
- Teoría de matrices. Diagonalización de una matriz. Formas cuadráticas.
- Funciones de una y varias variables.
- Diferenciación e integración.
- Cálculo diferencial e integral.
- Series funcionales y transformadas integrales.
- Ecuaciones diferenciales.

Objetivos:

- El objetivo fundamental es proveer al graduado con la herramienta matemática necesaria para poder tratar de una manera rigurosa aquellos aspectos teóricos de la Física, de la Química y de la Ingeniería Química que lo necesitan. Estas herramientas son las que se especifican en los diferentes apartados que integran los contenidos mínimos de este módulo. Para conseguir este objetivo es absolutamente necesario que en el desarrollo del módulo se hagan referencias constantes a las variables, funciones y procesos físicos y químicos relacionadas con ellos.

Capacidades adquiridas:

- Disponer de los fundamentos matemáticos necesarios para poder entender aquellos aspectos de la Física y de la Química que no son meramente conceptuales y que necesitan de estas herramientas operativas para la deducción de las relaciones entre las variables y las funciones físico-químicas que aparecen principalmente en los módulos de Física, Química Física e Ingeniería Química.

- **PROYECTO/TRABAJO ACADÉMICO DIRIGIDO** **Créditos europeos asignados: 15**

En el Grado deben existir elementos de investigación o trabajos aplicados asociados al título por ello, el Proyecto/trabajo fin de carrera debe ser obligatorio. Esto es importante, no sólo para aquellos que continúen hacia estudios superiores, sino también para aquellos que abandonen el sistema con el título de grado, para los cuales es fundamental poseer experiencia personal de primera mano acerca de lo que constituye la práctica profesional. En consecuencia, el proyecto podrá también extenderse, además de al ámbito universitario, al de la industria química y otras instituciones públicas y privadas, siempre y cuando se garantice la tutorización académica del mismo. Asimismo, el proyecto deberá contemplar la realización de una Memoria escrita y, en su caso, una presentación y defensa oral de la misma.

Objetivos:

- Contactar con los problemas reales del químico.
- Aprender a tomar decisiones ante un problema real práctico.
- Adquirir versatilidad en la aplicación inteligente a un problema determinado de los conocimientos teóricos y de laboratorio aprendidos.
- Planificar y llevar a cabo todo un proceso químico completo, desde los aspectos prácticos hasta la interpretación de los resultados.

Capacidades adquiridas:

- Capacidad de integrar creativamente sus conocimientos para resolver un problema químico real.
- Capacidad para estructurar una defensa sólida de los puntos de vista personales apoyándose en conocimientos científicos bien fundados.
- Destreza en la elaboración de informes científicos complejos, bien estructurados y bien redactados.
- Destreza en la presentación oral de un trabajo, utilizando los medios audiovisuales más habituales.

CONTENIDOS INSTRUMENTALES OBLIGATORIOS

La obligatoriedad de integrar en el proceso formativo conocimientos específicos de carácter profesional, orientados a la integración en el mercado de trabajo de nuestros titulados, tal y como se explicita en el artículo 4.2 del Proyecto de Real Decreto de Grado: “El título de Grado surtirá efectos académicos plenos y habilitará para el ejercicio profesional de acuerdo con la normativa vigente”, se ha estimado conveniente incorporar a la troncalidad los siguientes contenidos instrumentales obligatorios:

- **OPERACIONES BÁSICAS DE LABORATORIO** **Créditos europeos asignados: 5**
  Prácticos: 5

Contenidos prácticos mínimos:

- Manejo del material de laboratorio. Seguridad
- Introducción a las técnicas básicas en el laboratorio químico.
- Organización y gestión de calidad del laboratorio químico.

Objetivos:

- Conocer y saber usar de forma segura el instrumental y el aparataje más sencillo de uso habitual en un laboratorio químico.
- Conocer cuales son las normas de seguridad básicas en un laboratorio químico. Entender el significado de los etiquetados comerciales de los productos químicos.
- Conocer cómo debe ser la organización de los espacios y del material en un laboratorio químico, atendiendo a las normas de seguridad establecidas.
- Conocer y saber usar las técnicas básicas habituales en cualquier laboratorio químico sea éste de síntesis, de análisis o de medición de las propiedades físico-químicas de los compuestos químicos y bioquímicos.
- Conocer cómo debe ser la gestión de los residuos generados en un laboratorio químico.

Capacidades adquiridas:

- Disponer de conocimientos y habilidades experimentales suficientes para utilizar correcta y seguramente los productos y el material más habitual en un laboratorio químico siendo consciente de sus características más importantes incluyendo peligrosidad y posibles riesgos.
- Habilidad para utilizar bajo condiciones de seguridad técnicas experimentales en un laboratorio químico.
- Tener la destreza de adquirir habilidades experimentales que le lleven a asimilar otras más complejas.

- **CÁLCULO NUMÉRICO Y ESTADÍSTICA APLICADA** **Créditos europeos asignados: 5**
  Teóricos: 3 Prácticos: 2

Contenidos teóricos mínimos:

- Métodos numéricos.
- Introducción a la teoría y aplicaciones de la estadística.
- Análisis y propagación de errores de datos experimentales.
- Tratamiento de datos experimentales mediante computación.
- Simulación y validación de métodos.

Contenidos prácticos mínimos:

- Aplicación de las técnicas estadísticas, mediante el uso de computadores, al análisis de datos reales o simulados.

Objetivos:

- Conocer el concepto de error en la medida de las magnitudes físicas y químicas, las fuentes del mismo, y su propagación en los resultados experimentales.
- Tener un conocimiento básico de estadística aplicada al tratamiento de los resultados experimentales, que permita estimar la fiabilidad de los valores finales de las magnitudes medidas.
- Tener un conocimiento de los métodos numéricos que permitan el ajuste de los resultados experimentales a las funciones teóricas físico-químicas, así como de aquellos que permiten la obtención de los valores de la derivada y de la integral numérica.
- Manejar las herramientas y los programas informáticos que facilitan el tratamiento estadístico de los resultados experimentales, así como de su ajuste a ecuaciones teóricas o empíricas que permitan la simulación de los procesos y la validación de los métodos.

Capacidades adquiridas:

- Poder estimar el error final de un valor de una magnitud y su margen de fiabilidad después de un proceso de medida experimental directa o indirecta de la misma.
- Poder estimar el valor de parámetros físicos y químicos y sus márgenes de error, mediante la medida experimental de otras magnitudes relacionadas con ellas a través de funciones lineales o no lineales. Ser capaz de elegir el mejor algoritmo de ajuste de acuerdo a las variables y a las funciones implicadas en el proceso.
- Poder aprovechar las capacidades y facilidades que ofrece el uso de los ordenadores personales y los programas informáticos para realizar el tratamiento estadístico necesario en cualquier proceso de medida en el laboratorio químico, la simulación de los procesos y la validación de los mismos.

➢ **INGENIERÍA QUÍMICA** — **Créditos europeos asignados: 7,5**
Teóricos: 5 Prácticos: 2,5

Contenidos teóricos mínimos:

- Proceso químico e industria química.
- Balance de materia y energía.
- Mecanismos de transporte. Transporte molecular y convectivo.
- Operaciones unitarias: circulación de fluidos, transmisión de calor y transferencia de materia.
- Diseño de reactores químicos.

Contenidos prácticos mínimos:

- Laboratorio sobre propiedades termodinámicas y de transporte, circulación de fluidos, transmisión de calor, transferencia de materia y cinética química aplicada.

Objetivos:

- Adquirir los conocimientos necesarios para construir un diagrama de flujo general de un proceso y discutir las operaciones unitarias involucradas, así como para definir e interpretar cualitativa y simplificadamente diagramas de flujo de procesos industriales, identificando operaciones y equipos básicos de una planta química
- Conocer y clasificar los procesos de separación en función de los principios fisicoquímicos, termodinámicos y de fenómenos de transporte que intervienen en el proceso químico industrial.
- Adquirir los conocimientos teóricos necesarios para plantear y resolver los balances de propiedad que describen el cambio en un sistema debido al intercambio de materia, cantidad de movimiento y calor
- Tener los conocimientos necesarios para describir matemáticamente el funcionamiento de reactores químicos y aplicar dichos conocimientos al diseño de reactores industriales.
- Reconocimiento de la importancia de la planificación, del desarrollo y del control de los procesos químicos realizados a través de la Ingeniería Química, así como de la importancia económica de la Química Industrial.

Capacidades adquiridas:

- Disponer de los fundamentos teóricos que le capacitan para la representación de los procesos industriales mediante diagramas de flujo identificando correctamente los equipos y las operaciones unitarias implicadas así como para la selección de las operaciones adecuadas en diferentes situaciones prácticas.
- Capacidad para plantear y resolver balances de propiedad tanto en estado estacionario como no estacionario, seleccionando la metodología particular para resolver los diferentes problemas industriales.
- Conocimiento del comportamiento de los reactores químicos y capacidad de aplicar estos conocimientos al diseño de reactores.
- Capacidad para desarrollar modelos teóricos y teórico-experimentales capaces de ser utilizados en la cuantificación de los sistemas reales, determinando su validez y alcance.
- Poder explicar de manera comprensible fenómenos y procesos relacionados con la Ingeniería Química.

➢ **CIENCIA DE MATERIALES** — **Créditos europeos asignados: 5**
Teóricos: 4 Prácticos: 1

Contenidos teóricos mínimos:

- Estudio de los materiales de interés tecnológico: materiales polímeros, materiales metálicos, materiales cerámicos, materiales compuestos, nanomateriales.
- Propiedades y aplicaciones de los materiales: propiedades eléctricas, ópticas y magnéticas.

Contenidos prácticos mínimos:

- Caracterización de materiales.

Objetivos:

- Conocer todas aquellas propiedades de los materiales que agregan valor tecnológico e industrial y cual es el fundamento químico-físico de las mismas.
- Conocer cuáles son los materiales de interés tecnológico e industrial y el por qué de su importancia. Saber relacionar sus propiedades de interés tecnológico con la estructura de sus átomos y moléculas.

Capacidades adquiridas:

- Disponer de los conocimientos teóricos mínimos que permitan entender el fundamento de la utilización de los diferentes materiales en la industria, de acuerdo a sus propiedades físico-químicas.
- Discriminar entre los diferentes materiales y escoger los más idóneos de acuerdo a las prestaciones requeridas tecnológicamente.

CONTENIDOS PROPIOS DE LA UNIVERSIDAD

Finalmente, se propone que, los restantes créditos europeos que conforman el presente proyecto de plan de Estudios, 70 opcionales/libre elección, sean de libre asignación por cada Universidad a la hora de elaborar el plan de Estudios. Cada institución podrá decidir el contenido, la naturaleza y la organización de estos módulos de tal manera que se garantice que los programas de la titulación en Química, ofertados por cada Universidad en particular, tendrán sus propias características.

En este sentido se sugiere que para completar los créditos opcionales se acuda a materias que sean realmente complementarias de la formación en Química del estudiante. Así para el primer curso se sugieren materias tales como: Biología, Inglés Técnico, Historia de la Ciencia ó de la Química, Información y Documentación en Química, etc. Para años posteriores se señalan otras materias como Química Ambiental, Química Teórica y Computacional, Biotecnología, etc.

13.3. Descripción de las materias, número de créditos asignados y áreas de conocimiento a las que se vinculan.

Para la anterior asignación de créditos, se han tenido en cuenta los objetivos formativos globales de la titulación (perfil profesional), así como los resultados esperados en la formación teórica y práctica del estudiante en tres niveles:

- El contenido de la titulación en su conjunto.
- El contenido del programa de estudio curso por curso.
- El contenido de cada materia o asignatura.

Conviene resaltar que en el caso concreto del proceso formativo las destrezas a adquirir y el nivel de las mismas se ha de desarrollar de forma progresiva, a través de la práctica de varias materias. Estas consideraciones nos llevan a establecer la secuencia de organización de las enseñanzas, y de la misma manera a la diversificación de aquellas para las que se ha considerado necesario el aprendizaje en otras previas para su total desarrollo.

De acuerdo con esto en el Anexo 3 se presenta una propuesta para la organización docente de los contenidos formativos comunes, con indicación expresa de las asignaturas en que se diversificarían, explicitándose además el curso para su impartición, número de créditos (teóricos y prácticos), contenidos y áreas de conocimiento a las que se vinculan.

De mantenerse la anterior distribución de créditos obligatorios por materias, el proceso formativo se estructura con un porcentaje de carga práctica del 34,4%, resultando.

- *Créditos ECTS Troncales obligatorios: 170*
- *Créditos ECTS Teóricos: 111,5*
- *Créditos ECTS Prácticos: 58,5*

13.4. Denominación del Título.

Como se ha comentado, la Comisión Permanente del Consejo de Estado, en la sesión del día 4 de diciembre, hace mención expresa a:

> *"El hecho de que, por vía de equivalencia, se atribuyan en su caso a los nuevos títulos efectos similares a los que ya poseen los existentes (en muchos casos en virtud de normas con rango de Ley) no debe privar a ninguno de éstos de su virtualidad. Con la finalidad de evitar equívocos o interpretaciones incorrectas que ya se han producido durante la tramitación de la norma, podría incluirse en ella una disposición transitoria que aclarara que ni el Real Decreto proyectado ni los Reales Decretos de establecimiento de nuevos títulos que en su artículo 4 se contemplan, <u>afectarán a los efectos profesionales de los títulos actualmente existentes</u>."*

Por ello, y teniendo en cuenta que el título de Grado en Química debe posibilitar el acceso directo al mercado de trabajo en puestos con un alto nivel de responsabilidad y dar acceso al grupo A en la función pública, así como mantener las competencias ya reconocidas para los actuales licenciados en Química, se propone como denominación del título de grado:

"Licenciado en Química".

14. CRITERIOS E INDICADORES DEL PROCESO DE EVALUACIÓN QUE SON MÁS RELEVANTES PARA GARANTIZAR LA CALIDAD DEL TÍTULO.

La Ley Orgánica de Universidades reconoce como uno de sus objetivos básicos la mejora de la calidad del sistema universitario en su conjunto y en todas y cada una de sus vertientes. A tal fin crea la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación ANECA , que junto con los órganos de evaluación que puedan crearse en las Comunidades Autónomas, serán las responsables, en sus respectivos ámbitos de competencias, de llevar a cabo las políticas previstas de evaluación, certificación y acreditación, si bien la ANECA será la que intervenga en la elaboración de los informes conducentes a la homologación por el Gobierno de títulos de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional.

Por tanto, corresponde a la ANECA:

- La acreditación de las enseñanzas conducentes a la obtención de títulos de carácter oficial, a los efectos de su homologación por el Gobierno (art. 35 de la LOU).
- La acreditación de las enseñanzas conducentes a la obtención del título de doctor (art. 38 de la LOU) y,
- La acreditación de centros que impartan enseñanzas de acuerdo a sistemas educativos extranjeros, tal y como señala el art. 86 de la LOU.

La LOU establece que transcurrido el periodo de implantación de un plan de estudios, las universidades deberán someter a la evaluación de la ANECA el desarrollo efectivo de estas enseñanzas. El procedimiento, así como los criterios para la suspensión o revocación de la homologación de un título aparecen ya recogidos en el R.D.49/2004, de 19 de Enero (B.O.E. 22.01.04) sobre homologación de planes de estudio y títulos de carácter oficial y validadez en todo el territorio nacional.

Por otra parte, el acuerdo de Praga prevé que la red de Agencias de Calidad Europeas (European Network of Quality Associations – ENQA) en un futuro representará un importante papel en el establecimiento y mantenimiento de estándares europeos en la educación universitaria. En lo que respecta al caso concreto del *Eurobachelor* en Química, también se espera que las sociedades químicas nacionales y su homólogo europeo, la Federación Europea de Sociedades Químicas (FECS), así como una amplia variedad de organizaciones químicas europeas tales como AllchemE, se impliquen en los procedimientos de garantía de la calidad.

Al ser la Universidad la encargada de otorgar títulos oficiales, la evaluación y acreditación debe entenderse como la comprobación de que los títulos otorgados cumplen con los requisitos mínimos de calidad exigibles. En este sentido, la acreditación es una evaluación esencialmente de resultados, examinados con unos criterios y contrastados sobre unos estándares previamente establecidos y reconocidos como de calidad. Al mismo tiempo, y en función de los protocolos establecidos, será posible informar a la sociedad acerca de estos niveles de calidad, así como a las autoridades públicas, sobre el buen uso de los recursos aportados, a la propia titulación evaluada sobre sus puntos fuertes y débiles y, también a los propios estudiantes y profesores.

La existencia de un mercado laboral europeo más abierto ha generado, en el seno de la Unión Europea, la exigencia de una mayor transparencia en los contenidos del título [15] y en los certificados que facultan a los estudiantes para integrarse en otra institución o acceder al mercado laboral ejerciendo una profesión en cualquiera de los estados miembros. Los criterios de acreditación serán en gran medida comunes a todas las titulaciones, aunque con margen para la especificidad de cada titulación.

Siendo de aplicación lo anterior, y sobre la base de la integración del sistema español en el Espacio Universitario Europeo, estos procesos permitirán que nuestros títulos oficiales puedan ser homologados automáticamente en otros países por el reconocimiento mutuo de agencias.

En función de estas consideraciones, se han revisado los modelos elaborados por la ANECA, concretamente:

- La Guía de Evaluación del Programa de Evaluación Institucional [16]. El protocolo expone en detalle los elementos a tener en cuenta en el proceso de evaluación.
- La Guía de Valoración Interna del Programa de Acreditación [17]. Protocolo de acreditación.
- La Guía de Valoración Externa del Programa de Acreditación [18].

El modelo de criterios y de metodología de evaluación para la acreditación ya desarrollado, pero aún en fase de validación, y basado en un estudio comparativo de modelos de calidad y de sistemas de acreditación universitaria internacionales, se considera adecuado en su aplicación a esta titulación al utilizar los seis criterios que definen los indicadores más relevantes de esta enseñanza y su desarrollo en la Institución:

Criterio Programa Formativo
Criterio Organización de la Enseñanza
Criterio Recursos Humanos
Criterio Recursos Materiales
Criterio Proceso Formativo
Criterio Resultados

De manera general, bajo estos criterios se han de considerar aspectos relacionados con la situación de la titulación en el contexto autonómico, estatal y europeo; los recursos humanos y materiales, el programa formativo y la organización de la enseñanza y, finalmente, los procesos establecidos de evaluación de los resultados académicos y de inserción laboral, permitiendo por tanto:

- Obtener información objetiva que puede servir de base para la adopción de decisiones de distintas organizaciones en el ámbito de sus respectivas competencias.
- Disponer de una base coherente sobre la que fundamentar acciones de mejora, de manera especial en lo que se refiere a la enseñanza en las Universidades.
- La medición del progreso en función del tiempo.
- Detectar la relación entre las necesidades y las estrategias y procesos para conseguirlas.
- Su utilización como medio de integración de diferentes iniciativas.

En función de los puntos desarrollados en los apartados anteriores, con relación al título de grado en Química que aquí se propone, se considera necesario el análisis de:

a). El perfil de formación. Este debe ser el reflejo de los conocimientos, actitudes, habilidades y destrezas que deben adquirir los alumnos a lo largo de su proceso formativo. Por ello el nuevo plan de estudios, su estructura y orientación, ha de ser uno de los ejes fundamentales de análisis. Su consecutiva implantación requerirá, de manera continuada, un seguimiento y evaluación de resultados que permita corregir pequeños desajustes, atendiendo a la especial relevancia de:

- La adecuación de los contenidos reales de cada una de las materias que conforman la titulación a los objetivos de formación que se persiguen. La revisión del número y la tipología de los créditos ofertados y la duración de la titulación.
- La utilización de diseños y contenidos que acerquen la formación de nuestros estudiantes a Europa (constitución del Espacio Europeo de Educación Superior EEES, e implantación del sistema de créditos ECTS).
- La organización de aulas, horarios y tamaño de los grupos que evite una sobrecarga docente del alumno.
- La mejora de la coordinación docente, inter e intradepartamental, en los contenidos de los programas y secuenciación de contenidos (desarrollo de la enseñanza).
- La continuidad del proceso formativo en otras titulaciones, postgrados, etc, que faciliten la inserción de nuestros alumnos en el actual mercado laboral.
- La oferta laboral, su tipología (empresas e instituciones contratantes), tareas desarrolladas, competencias necesaria, etc, como medida que permita reforzar o adecuar contenidos, incorporar modificaciones (optatividad), actualizar los planes docentes, etc.

b). La organización y desarrollo de la enseñanza es otro aspecto importante para elaborar un juicio de valor sobre la titulación y por tanto, las siguientes cuestiones deben ser objeto de valoración:

- Horarios y grupos (turnos, horarios de prácticas, número de alumnos por grupo). La reducción del tamaño de grupos podrá ser posible en función de la consecutiva implantación del nuevo Plan de Estudios y ante la evidencia de la disminución de la demanda de esta titulación.
- Acción tutorial. La información y formación sobre el uso de la acción tutorial aparece como una prioridad para la mejora de la enseñanza.
- Metodología docente. La reducción del tamaño de grupo podrá ser una oportunidad para introducir estrategias didácticas innovadoras, que permitan la capacidad del profesor para analizar sus propias prácticas y trabajar en colaboración con otros profesores, como estrategias fundamentales para la innovación y la introducción de nuevas metodologías más acordes con las necesidades actuales.

- Carga de trabajo del alumno. No se tiene un conocimiento muy preciso sobre la carga de trabajo que comporta cada asignatura, pero en diferentes informes se concluye que la carga lectiva total es elevada y por consiguiente resulta una sobrecarga de trabajo de los alumnos, que evidencian en algunos casos dificultades para el cumplimiento de los programas de estudio.
- Planificación anual de todo el proceso de enseñanza y de evaluación del alumnado con anterioridad al proceso de matriculación.
- Mantenimiento de los convenios con empresas e instituciones.
- Dimensión europea del currículum.

Son también importantes otras consideraciones que aparecen incluidas en las tablas de datos e indicadores del modelo de acreditación presentado por la ANECA y resultan imprescindibles para la acreditación de la titulación. A este respecto, se considera de interés en su aplicación a esta titulación la inclusión de algunos indicadores no contemplados en la citada guía de acreditación, tales como:

- Oferta práctica del programa formativo.
- Porcentaje de troncalidad y porcentaje de optatividad.
- Porcentaje de participación del personal Docente Investigador (P.D.I.) permanente.
- Porcentaje de participación del P.D.I. Doctor.
- Porcentajed de participación P.D.I. Doctor a tiempo completo.
- Proporción de personal de administración y servicios (PAS) / P.D.I. a tiempo completo.

Finalmente, de la revisión de las citadas guías en su aplicación a esta titulación se llega a las siguientes conclusiones:

- De manera general, los subcriterios planteados atienden con mayor extensión y profundidad a la enseñanza frente a la investigación y a ambas frente a los servicios. La mayor necesidad de evaluación y/o acreditación de los procesos de enseñanza en nuestras universidades justifican en parte lo anterior y conduce a que se generalice la titulación como unidad básica de acreditación. Sin embargo, y en el caso concreto de una enseñanza universitaria del área de Ciencias Experimentales, sería importante incluir un subcriterio que permita estimar la "vinculación de la investigación" al proceso formativo.

- En los subcriterios planteados no se desarrollan aspectos relativos a: motivación, grado de implicación o grado de satisfacción de otros grupos de interés (Profesores y Personal de Administración y Servicios), también necesarios para alcanzar los objetivos planteados. Sería necesario incluir nuevos subcriterios que permitieran valorar la motivación e implicación del Profesorado y PAS en el programa formativo.

- Algunos de los subcriterios planteados, aunque deben estar definidos, no se pueden considerar imprescindibles, tales como:

  - Programa Formativo: perfil de ingreso. Su cumplimiento sólo puede ser voluntario por parte del alumno de acuerdo con la normativa vigente.
  - Recursos Materiales: Infraestructuras para prácticas externas que, no se considera imprescindible.

- Proceso Formativo. En este criterio algunos subcriterios se consideran importantes pero no imprescindibles al depender de instituciones y órganos colegiados ajenos a los Centros que imparten los procesos formativos. Su cumplimiento sólo puede acreditar comportamientos o responsabilidades de otras instituciones.

Algunas tablas de datos e indicadores de la Guía de Valoración deberían modificarse atendiendo a la singularidad de los programas formativos de una misma área, en este caso el área de Ciencias Experimentales.

BIBLIOGRAFIA

1. Informe AllChemE (Alianza para las Ciencias y Tecnologías Químicas en Europa), 2002.
   AllchemE se ha constituido para coordinar las actividades de cinco organizaciones que promueven, de forma diferente y complementaria, el desarrollo de la ciencia y tecnología químicas en los campos de la investigación básica y aplicada, y en la enseñanza y formación. Estas cinco organizaciones, comprometidas con el desarrollo de la política europea en relación con la ciencia y la tecnología son: CEFIC (Consejo Europeo de la Industria Química), CERC3 (Presidentes de los Comités de Química de los Consejos de Investigación Europea), COST (Cooperación Europea en el campo de la investigación científica y técnica: Comité Técnico para la Química), ECCC/FECS (Consejo de la Química de las Comunidades Europeas/Federación de las Sociedades Químicas Europeas), EFCE (Federación Europea de la Ingeniería Química).

2.- EURYDICE.org (EURYBASE)

3. Euroeducation.net

4. The Chemistry Eurobachelor. T. N. Mitchell (Dortmund, DE) and R. J. Whewell (Glasgow, Reino Unido); última revision de 02.01.2004.
   Discutido y modificado por “The Tuning Project Chemistry Group”. Presentado y discutido en “European Chemistry Thematic Network Annual Meeting” en Perugia (Mayo 2002) y Praga (Abril, 2003). Discutido y aprobado por: FECS General Assembly, en Barcelona (Octubre 2003).

5. Informe Final. Proyecto Piloto – Fase 1.T. Mitchell y R. Whewell.
   Tuning Educational Structures in Europe. Realizado por más de cien universidades, coordinado por la Universidad de Deusto (España) y la Universidad de Groningen (Países Bajos) y apoyado por la Comisión Europea. http://www.relint.deusto.es/TuningProject/index.htm.

6. Documento “Learning objectives for Core Chemistry”, ECTH

7. Trends 2003, “Progress towards the European Higher Education Area”, Comisión Europea, Julio, 2003.

8. “Informe de la Ponencia sobre la situación de las enseñanzas científicas en la educación secundaria” Boletín oficial de las cortes generales, Senado. N. 660, (22 de mayo de 2003).

9. Informe "Els sistemes d'accés a la Universitat des d'una perspectiva internacional" (Ferran Ferrer , Consell Interuniversitari de Catalunya, 1996).

10. Reforma de las enseñanzas universitarias. Título: Licenciado en Química. Consejo de Universidades, 1988 Madrid.

11. "Chemistry" Developing the Quality Assurance and Standard Framework for Reino Unido Higher Education. QAA.

12. La Asamblea de la Asociación Nacional de Químicos de España, que reúne en su seno al conjunto de todas las Asociaciones de Químicos del País, y acoge a 11.800 profesionales de la Química en todas sus vertientes

13. "El crédito europeo y el sistema educativo Español". R. Pagani, ECTS Counsellors and Diploma Supplement Promotor. Informe técnico, 20 de septiembre de 2002, Madrid.

14. Proyecto Piloto de la Comunidad de Madrid para el establecimiento de redes universitarias en disciplinas piloto para el análisis del proceso de Convergencia Europea. Orden 6533/2002 de 26 de noviembre B.O.C.M. número 289 de 5 de diciembre.

15. Real Decreto 1044/2003, de 1 de agosto, BOE núm. 218 de 11 de septiembre de 2003, por el que se establece el procedimiento para la expedición por las universidades del Suplemento Europeo al Título.

16. Guía de autoevaluación del Programa de Evaluación Institucional. Madrid: Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. http://www.aneca.es/modaleval/docs/guia pei Completa.pdf

17. Guía de valoración interna. Programa de acreditación. Proyectos piloto 2003-2004. Madrid. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y la Acreditación.

18. Guía de valoración externa. Programa de acreditación. Proyectos piloto 2003-2004. Madrid. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y la Acreditación.

ANEXO 1: SITUACIÓN ACTUAL DE LAS ENSEÑANZAS CIENTÍFICAS EN LA EDUCACIÓN SECUNDARIA

Diferentes Instituciones, entre ellas las Reales Sociedades de Física, Química y Matemáticas, han detectado y puesto de manifiesto el alarmante descenso tanto en el nivel de conocimientos científicos de los alumnos que terminan la Enseñanza Secundaria y el Bachillerato en España, como en el número de estudiantes que siguen la vía científica en su formación. Estos datos han sido transmitidos a las autoridades educativas y a los órganos de representación de la soberanía popular, como es el Senado, y a través de los que se concluye la preocupación por la gravedad de este problema, que podría llegar a comprometer el desarrollo científico y tecnológico de nuestro país en un futuro próximo.

Así el Boletín Oficial de las Cortes Generales publicaba, el pasado 22 de Mayo, el informe definitivo de la Ponencia sobre la situación de las enseñanzas científicas en la educación secundaria. Ponencia que se fundamenta en la exposición de motivos realizada por estas Reales Sociedades, tratando de detectar la naturaleza del problema y de definir las posibles actuaciones correctoras.

En el texto presentado se indicaba: "*En la actual y futura sociedad del conocimiento no sólo se debe tener información sino que es necesario que los alumnos estén dotados de capacidad para interpretarla y sobre todo para comprenderla. En una Sociedad moderna, las disciplinas científicas –Física, Química y Matemáticas- son fundamentales para abordar los retos científicos y tecnológicos del siglo XXI. Además, un mejor y mayor conocimiento de la metodología científica, contribuirá a conformar la capacidad reflexiva y de raciocinio, lo que unido a una educación fundamentada en valores, contribuirá decididamente a una formación más humanista".*

Sin embargo, el nivel actual de la enseñanza de las ciencias Física, Química y Matemáticas, no parece ser suficiente, en opinión generalizada de los propios profesores de Enseñanza Secundaria y de los profesores que los recibimos en la Universidad. Resulta llamativo el hecho de que más de la mitad de los alumnos que pretenden seguir estudios de Ciencias o de Escuelas Técnicas, no aprueban las asignaturas de Química y Física en los exámenes de acceso a la Universidad. No se alcanza el 5 casi ningún año y la proporción de aprobados es modesta.

Los datos sobre la eficacia de la participación en la Olimpiada de Química de nuestros alumnos (obtenidos a partir del número de medallas y menciones), ponen de manifiesto una eficacia del 8,3 sobre cien para nuestros alumnos. Los resultados de otros países, durante el mismo período, son los siguientes Argentina 76; Alemania 73,9; Francia 57,3; Reino Unido 56,3; Méjico 39,6; Italia 38,5; etc.

Concluyen por tanto, las Reales Sociedades de Física, Química y Matemáticas que con este panorama no se prevé un futuro científico y tecnológico halagüeño para nuestro país, que está necesitado de este tipo de profesionales. A este respecto, el Prof. Tomás Recio Muñiz, Presidente de la Comisión de Educación de la Real Sociedad Matemática Española (Catedrático de la Universidad de Cantabria) señalaba en la citada ponencia: "*A nadie se le ocurre, al parecer legítimamente, el que la universidad adapte sus enseñanzas a las condiciones de los alumnos que ingresan en ella. En el caso de las Matemáticas (para matemáticos o no matemáticos) es obvio,*

para mi, que el nivel de exigencia de las enseñanzas de primer y segundo ciclo es, injustificadamente, uno de las más altos del mundo occidental. Más de una década de intercambios Erasmus/Sócrates no nos han dejado lugar a dudas. No es para estar orgullosos: dicho nivel suele ser inversamente proporcional al de las enseñanzas de tercer ciclo (y por tanto, al peso científico internacional de un país)."

En función de lo anterior y entre sus propuestas de solución a la actual situación de la enseñanza secundaria, señala que sería preciso *"incluir al sistema universitario en la consideración global del sistema educativo", de tal manera que se derivasen parte de los contenidos actualmente impartidos en el último año de Bachillerato (según las modalidades del mismo) a la Universidad. Algo que, de todas formas ya está asumiendo la Universidad de manera no reglada."*

A principios de mayo de este año, en la Cámara de Representantes de Estados Unidos se presentaba el Acta 3130 proponiendo un presupuesto piloto de 25 millones de dólares para fomentar los estudios de ciencia y tecnología, al haber observado un notable descenso, superior al 30% en las vocaciones y graduaciones en este ámbito, desde finales de los ochenta.

Europa ha seguido el ejemplo de Estados Unidos y en 1972, seis años después de la primera ley americana, el Reino Unido promulga la primera ley que hace obligatoria la enseñanza de la ciencia en la escuela. De hecho, poco después, la Unión Europea señalaba la importancia de la educación científica y comienzan las recomendaciones que todos ya conocemos y que culminan en la cumbre y acuerdos de Bolonia.

A partir de entonces, y aunque las legislaciones de la mayoría de los países europeos, contemplan tanto la enseñanza de las ciencias como los métodos de hacerlo, los grados de aplicación van desde la implantación total en Inglaterra, Francia y Alemania, hasta la ausencia casi absoluta en que nos encontramos en España, Portugal y Grecia.

ANÁLISIS DE LOS CURRÍCULOS DE FÍSICA Y QUÍMICA EN LA ESO Y EN EL BACHILLERATO.

Antecedentes.

En 1969, la enseñanza de la Física y la Química respondía al siguiente plan de estudios:

- 3º curso de Bachillerato Elemental: asignatura de Física y Química para todos los alumnos.
- 4º curso de Bachillerato Elemental: asignatura de Física y Química para todos los alumnos.

- 5º curso de Bachillerato Elemental: asignatura de Química para todos los alumnos de Ciencias.
- 6º curso de Bachillerato Elemental: asignatura de Física para todos los alumnos de Ciencias.
- Curso Preuniversitario: asignaturas separadas de Física y Química para todos los alumnos de Ciencias.

En 1970, con la Ley General de Educación, desaparece el Bachillerato Elemental, estableciéndose los llamados BUP y COU y la enseñanza de la Física y la Química responde al siguiente plan de estudios:

- 2º BUP: asignatura de Física y Química para todos los alumnos (5 h. semanales que luego pasarían a 4 h. semanales).
- 3º BUP: Física y Química obligatoria para todos los alumnos de Ciencias (4 h. semanales).
- COU: Física y Química como asignaturas separadas (4 h. semanales) elegidas ambas o una de ellas por los alumnos de Ciencias en función de la opción cursada.

  En la segunda etapa de la EGB, la Física y la Química se integran en el área de Ciencias de la Naturaleza, y son impartidas por un mismo profesor. Comienza la tendencia a impartir la llamada "ciencia integrada".

Situación actual.

Con la promulgación de la LOGSE **en 1990** estas materias se incluyen en el plan de estudios de la siguiente manera:

- Primer ciclo de ESO (1º y 2º curso): asignatura para todos los alumnos de "Ciencias de la Naturaleza" en la que se integran Física, Química, Biología y Geología (3 h. semanales).
- 3º ESO: continúa el área de Ciencias de la Naturaleza obligatoria para todos los alumnos (4 h. semanales; aunque puede desdoblarse en 2h. de Física y Química, 2 h. de Geología y 2 h. de Biología).
- 4º ESO: Física y Química separada de Biología y Geología, ambas con 3 h. semanales, pero optativas para los alumnos.
- 1º Bachillerato: Física y Química, una sola asignatura obligatoria para los alumnos de algunas modalidades (4 h. semanales).
- 2º Bachillerato: Física y Química como materias separadas (4 h. semanales cada una) y como troncales atendiendo al itinerario y a la modalidad elegida, siendo optativas en otros casos.

En consecuencia en el currículo de Ciencias, obligatorio para los alumnos de Ciencias de la Naturaleza y la Salud, nos encontramos:

- En 4º ESO, la Física y Química es una materia optativa. El alumno debe elegir dos materias entre Física y Química, Biología y Geología, Tecnología, Educación Plástica y Visual y Música.

Sorprende el hecho de comprobar en el programa de Tecnología temas como "Electricidad y Electrónica, etc." que se estudian sin los conocimientos de Física imprescindibles.
Las materias de Humanidades y Ciencias Sociales son todas obligatorias.
Según datos de la Comunidad Autónoma de Madrid, el número de alumnos que en la enseñanza actual cursan esta asignatura de Física y Química, es aproximadamente el 50% de los que la cursaban en el modelo de enseñanza anterior (BUP).

- En 1º Bachillerato, los alumnos disponen de 4 horas semanales de Física y Química, a todas luces muy escasas.
- En 2º se tratan por separado, la Física y la Química. No obstante, en las dos opciones de Bachillerato Ciencias ambas asignaturas sólo tienen carácter optativo, esto es, Química en el de Ciencias de la Salud y Física en el Tecnológico. Además, si los alumnos de 2º de Bachillerato de Ciencias optan por la vía Científico-Tecnológico deben cursar obligatoriamente Física, Matemáticas y una tercera materia propia de la modalidad que tiene que ser necesariamente Dibujo o Biología.

El currículo de Bachillerato se puede completar con asignaturas optativas: Comunicación audiovisual, Música, 2ª Lengua extranjera, Tecnología de la Información o Ciencia, Tecnología y Sociedad. Esta diversidad permite, en función de las características de los Institutos (se necesitan 15 alumnos para impartir una materia), que existan alumnos que no cursan en 2º de Bachillerato la Física y la Química y por otra parte, que alumnos, con carencias básicas en contenidos científicos, como puede ser los que hubiese elegido la vía de Ciencias de la Salud (Biología y Química), no cursen ni Matemáticas ni Física y sin embargo, pueden comenzar por ejemplo estudios universitarios de Ingeniero Aeronáutico (BOE, martes 22 de mayo de 2001).

Tras la aprobación de la Ley Orgánica de Calidad de la Educación (LOCE), han ido promulgándose sucesivos Decretos:

- R.D. 1742/2003, de 19 de diciembre (B.O.E. de 22.01.04), por el que se establece la normativa básica para el acceso a los estudios universitarios de carácter oficial.
- R.D. 1741/2003, de 19 de diciembre (B.O.E. de 22.01.04), por el que se regula la prueba general de Bachillerato.
- R.D. 116/2004, de 23 de enero (B.O.E. de 10.02.04), por el que se desarrolla la ordenación y se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria.
- R.D. 117/2004, de 23 de enero (B.O.E. de 18.02.04), por el que se desarrolla la ordenación y se establece el currículo del Bachillerato.
- R.D. 285/2004, de 20 de febrero (B.O.E. de 04.03.04), por el que se regulan las condiciones de homologación y convalidación de títulos y estudios extranjeros de educación superior.

Del contenido de algunos de ellos (especialmente el de la Secundaria, el del Bachillerato y el de la Reválida) se pueden deducir conclusiones acerca del "panorama" de la enseñanza de las Ciencias en España en un futuro inmediato.

Así, en la Enseñanza Secundaria Obligatoria, como asignaturas obligatorias figuran:

- 1º curso.- Asignatura "Matemáticas".
- 2º curso – Asignatura "Matemáticas".
  Se dice, tanto en 1º como en 2º, que se cursará una asignatura optativa (no definida hasta ahora).
- 3º curso.- Como asignaturas comunes a los dos itinerarios posibles (el tecnológico y el científico-humanístico) no aparece ninguna asignatura que nos afecte. Como asignaturas específicas, en el itinerario tecnológico aparece "Matemáticas A" y en el científico-humanístico, "Física y Química", además de "Matemáticas B".
  Se dice, también en 3º, que se cursará una asignatura optativa (no definida hasta ahora).
- 4º curso – Entre las asignaturas comunes no aparece nada de lo que directamente nos afecta. Como asignaturas específicas en los tres itinerarios propuestos, aparecen: en el itinerario tecnológico, "Matemáticas A"; en el itinerario científico, "Matemáticas B" y "Física y Química B" y en el humanístico "Matemáticas A/B". En los tres itinerarios se menciona una 3ª asignatura, respecto a la cual remite a un R.D. 831/2003, de 27 de junio.
  Además, también aquí se habla de una asignatura optativa.

Anteriormente a esto, en otro artículo precedente del mismo Decreto, tras decir que se impartirá la asignatura "Física y Química", se menciona que, en 4º curso la asignatura de "Física y Química" se organizará en dos opciones diferentes, lo que da a entender que se separa en dos materias.

Respecto al Bachillerato, se establecen tres modalidades, una de Arte, la segunda de Ciencias y Tecnología y la tercera de Humanidades y Ciencias Sociales, En ninguno de los dos cursos de que consta el Bachillerato aparece como asignatura común alguna que nos afecte directamente.

Entre las asignaturas específicas, como era de esperar, solamente nos afectan las de modalidad de Ciencias y Tecnología, en cuyo primer curso hay una asignatura de "Física y Química", además de "Matemáticas I", mientras en el segundo curso se estudiarán "Física", "Matemáticas II" y "Química". En este segundo curso, además habrá: "Biología", "Ciencias de la Tierra y Medioambientales", "Dibujo Técnico II", "Mecánica", "Electrotecnia" y "Tecnología Industrial II".

Por cierto, aparte de todo esto, tanto en la ESO como en el Bachillerato aparecen aquí y allá asignaturas con denominaciones de Tecnología.

Por último, en el Decreto que regula la prueba general de Bachillerato, entre otras cosas se dice cuáles han de ser las asignaturas de las que obligatoriamente debe examinarse un alumno en la segunda prueba, de acuerdo con la opción elegida, aparte de las materias comunes de las que se examina en una primera prueba.

Dentro de la Modalidad de Ciencias y Tecnología se establecen tres opciones, una de Ciencias e Ingeniería, otra de Ciencias de la Salud y una tercera de Tecnología. Pues bien, en la Opción de Ciencias e Ingeniería debe examinarse de Matemáticas y Física, mientras en la de Ciencias de la Salud lo debe hacer de Biología y Química.

Algunos datos sobre la enseñanza de ciencias en Europa.

Se expone a continuación, y a modo comparativo con lo anteriormente expuesto, la situación de la enseñanza de ciencias en Europa en la etapa denominada Secundaria Superior General, en términos de la red europea de educación, más conocida como Bachillerato. La mayor parte de los datos proceden del informe publicado por Dª Paloma Varela Nieto en el Informe de la Ponencia sobre la situación de las enseñanzas científicas en la educación secundaria, (BOCG núm 660, Senado Serie I, de 22 de mayo).

Se han seleccionado cuatro países para establecer algún tipo de comparaciones en el nivel deseado y se indica a continuación la duración del Bachillerato en los mismos, así como el tipo de Centro donde se imparte:

Alemania: Gymnasiale Oberstufe (8 cursos: 12-19 años).

Francia: Lycée General o Technologique (tres cursos: 15-18 años).

Reino Unido: Inglaterra / Gales : Secondary School (dos cursos: 16-18 años).

Italia: Liceo Científico (5 cursos: 14-19 años)

Alemania

Educación Secundaria Superior / Bachillerato:

- Tiene una duración de ocho cursos, niveles 5 al 12.
- Edad de los alumnos: 12-19 años (la enseñanza obligatoria dura hasta los 16 años).
- En los dos primeros niveles, clases 5 y 6, sólo se estudia como asignatura de Ciencias la Biología.
- La asignatura de Química aparece en la clase 7 (14 años) y se cursa durante 6 años siempre separada de la Física. Es opcional dependiendo de la modalidad de bachillerato escogida.
- Titulación y preparación para la Universidad. El bachillerato es una etapa cerrada que termina con un examen externo para revalidarlo. Una vez superado, el acceso a la Universidad es libre.

Francia

En la Enseñanza Secundaria Inferior (obligatoria) de tres años de duración, todos los alumnos estudian ciencias. La Física y Química se cursan juntas con una dedicación horaria de 1,5 horas semanales.

- Educación Secundaria Superior / Bachillerato:
    - Tiene una duración de tres cursos: 2º, 1º y Terminal.
    - Edad de los alumnos 15-18 años (la obligatoriedad es hasta los 16 años).
    - La asignatura de Química es obligatoria para todos los alumnos en la modalidad científica y se cursa separada de la Física.
    - En el último año existe la posibilidad de cursar de forma optativa una Ampliación de Física con dos periodos semanales de docencia.

- Los alumnos de «letras» estudian una asignatura de ciencias: "Fundamentos de la Ciencias".
- Titulación y preparación para la Universidad. El bachillerato es una etapa cerrada que termina con un examen externo para revalidarlo no existiendo posteriormente pruebas específicas para ingresar en la Universidad, salvo centros especiales.

Italia

Educación Secundaria Superior / Bachillerato:

- Tiene una duración de cinco cursos en las dos modalidades clásicas-humanidades y científico que se imparten en centros específicos.
- En el bachillerato científico existe una sola opción académica.
- Edad de los alumnos: 14-18 años (la enseñanza obligatoria dura hasta los 14 años).
- Las asignaturas de Ciencias y en particular la Química, son obligatorias para todos los alumnos en el bachillerato científico con la siguiente ubicación:
    - II clase. Física y Química están integradas en un área con Ciencias naturales y Geografía que se mantiene a lo largo de todo el bachillerato con una dedicación entre 2 ó 3 horas semanales.
    - III clase. Química con dos horas semanales.
    - IV y V clase: Química con tres horas semanales.
    - Titulación y preparación para la Universidad. Al final del bachillerato hay un examen de estado que da acceso libre a la Universidad salvo excepciones.

Reino Unido (Inglaterra y Gales)

- En la Enseñanza Secundaria Inferior (obligatoria) todos los alumnos estudian ciencias de forma integrada. Existen grupos de diversificación a donde desvían alumnos con dificultades. Está previsto un examen externo al acabar la etapa obligatoria.

  Tienen un Programa experimental obligatorio. A partir de los 11 años, las clases de ciencias se realizan en el laboratorio en un porcentaje del 85% del tiempo. El número de alumnos por grupo es de 20/25 y hay un técnico de laboratorio para ayudar a los profesores. Los centros pasan inspecciones fuertes en relación al trabajo del laboratorio.
- Educación Secundaria Superior / Bachillerato:
    - Tiene una duración de dos cursos organizándose por módulos, máximo seis módulos en los dos años.
    - Edad de los alumnos 16-18 años.
    - La Química aparece en un módulo obligatorio para las modalidades de ciencias y se cursa separada de la Física.
    - Titulación y acceso a la universidad Al final del primer año con tres módulos superados se concede un primer título AS y al final del segundo año con seis módulos se concede un segundo título A. Para acceder a la Universidad existen empresas ligadas a las Universidades que preparan los exámenes externos oficiales (UCAS) y organizan la entrada a las mismas. Las carreras de Ciencias demandan Física y Matemáticas.

Comparación con la situación española.

Del análisis de la documentación presentada en la citada Ponencia (y base de datos Eurydice) se puede concluir que las diferencias más importantes observadas en relación con la situación española serían:

1. En cuanto al número de años, España es el país que tiene un Bachillerato más corto de los estudiados pues si bien en el Reino Unido dura también dos años, la estructura es mucho más compacta y por lo tanto las asignaturas escogidas reciben una mayor atención.
2. Si estudiamos este dato en la citada base encontramos que la etapa de Educación Secundaria Superior dura únicamente dos años en Irlanda, Inglaterra, Gales, Escocia, España, algún lander de Alemania y alguna modalidad especifica de estudios en Dinamarca y Países Bajos. En el resto de la UE la duración del Bachillerato es de tres o más años.
3. En relación a la Física como asignatura independiente de la Química, hay que destacar que existe como tal, al menos los tres últimos años del Bachillerato, prácticamente en todos los países europeos. En España la situación es sensiblemente distinta, ya que este hecho solo ocurre el último año de la etapa.
4. Otro aspecto a destacar hace relación al Programa experimental claramente especificado en los documentos oficiales con indicación de los criterios a tener en cuenta de cara a la planificación y a la evaluación de la asignatura y, lo que es más importante, la dedicación horaria a este tipo de actividad. Esta situación es muy diferente en España donde las orientaciones sobre el trabajo práctico aparecen únicamente en las orientaciones metodológicas y no hay prescripciones sobre el número de periodos semanales que hay que dedicar al laboratorio.
5. Por último, se observa que en algunos de los documentos consultados aparecen los prerrequisitos matemáticos necesarios para el desarrollo de los programas. Esta no es una cuestión baladí, pues los profesores de Física y Química necesitan que los alumnos manejen un conjunto de herramientas matemáticas que en el caso, muy usual en nuestro país, de que no las posean añade más dificultades al proceso de aprendizaje.

ANEXO 2. DOCUMENTO DEL CONSEJO GENERAL DE COLEGIOS OFICIALES DE QUÍMICOS SOBRE PERFILES Y COMPETENCIAS PROFESIONALES A PETICIÓN DEL COORDINADOR DEL GRUPO DE TRABAJO DE LA CONFERENCIA DE DECANOS D. JOSÉ ANTONIO PÉREZ LÓPEZ

.....

Antecedentes:

En España la regulación de las atribuciones profesionales de los Químicos se encuentra recogida en:

- Decreto de 2 de septiembre de 1955 (Decreto de Profesionalidad). (Documento nº1).

- Decreto 2281/1963, de 10 de agosto, sobre regulación del Doctorado en Química Industrial y facultades de los licenciados. (Documento nº2).

- Real Decreto 1163/202, de 8 de noviembre, por el que se crean y regulan las especialidades sanitarias para químicos, biólogos y bioquímicos. (Documento nº3).

Alcances del título:

- Realizar estudios, investigaciones y asesoramientos referidos a las sustancias constitutivas de la materia, sus combinaciones, sus estructuras y propiedades, sus variaciones y las leyes y procesos que rigen sus transformaciones y comportamientos, analizando las condiciones óptimas para los mismos.

- Realizar análisis y ensayos químicos y fisicoquímicos de materiales de origen natural o artificial para determinar su composición, estructura y propiedades.

- Realizar síntesis, elaborar sustancias puras o mezclas a partir de materiales de origen natural o artificial.

- Efectuar estudios e investigaciones químicos y fisicoquímicos destinados al desarrollo de nuevos materiales.

- Programar, dirigir, coordinar, supervisar, ejecutar y evaluar las actividades que se desarrollen en un laboratorio donde se realicen análisis, ensayos, síntesis o elaboración de sustancias, así como las tareas de investigación y desarrollo correspondientes.

- Determinar el equipamiento y las condiciones de instalación de laboratorios donde se realicen análisis, ensayos, síntesis o elaboración de sustancias y controlar las condiciones de seguridad.

- Realizar arbitrajes y peritajes que impliquen determinaciones acerca de las sustancias constitutivas de la materia, sus estructuras, sus combinaciones, sus propiedades, sus variaciones y comportamientos.

- Participar en el control, elaboración de normas y especificaciones de calidad de materiales, productos contaminantes ambientales, etc.

- Realizar el diseño e ingeniería de detalle de proyectos de instalaciones y que lleven a cabo procesos de carácter químico, a escala de laboratorio, piloto o industrial. Supervisar el montaje y dirigir la puesta en marcha de las mismas.

Perfil del Título:

- El Licenciado en Química es un graduado universitario con un profundo conocimiento de la Química en general: Inorgánica, Orgánica, Analítica y química física, con conocimientos suficientes en sus distintas aplicaciones, tales como Control de Calidad Química, Química Industrial, Química Ambiental, Química de Alimentos, Toxicología.

- Cuenta con los conocimientos matemáticos, físicos y de informática que le permiten operar con los instrumentos de trabajo necesarios para su trabajo.

- Tiene capacidad para desarrollar metodologías de trabajo para producir, elaborar, analizar y sintetizar sustancias.

- Es capaz de organizar, dirigir y ejecutar las tareas del laboratorio químico y de diseñar la metodología de trabajo a utilizar.

- Es capaz de organizar, dirigir y ejecutar tareas de producción en instalaciones industriales complejas, en donde se desarrollen procesos químicos.

- Posee además la formación para el manejo de los materiales e instrumentos de laboratorio químico conforme a las normas de higiene y seguridad.

- Tiene habilidad para llevar a cabo investigaciones y estudios de factibilidad.

- Tiene una actitud de búsqueda de respuestas originales frente a diferentes situaciones.

- Tiene una actitud crítica y flexible que le permite evaluar su propio trabajo y trabajar en equipos interdisciplinarios.

- Tiene conciencia de las responsabilidades que le corresponden en la preservación del ambiente y en el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Campos de actividad de los profesionales químicos

Los diferentes campos profesionales de los químicos en la actualidad son los siguientes:

- Investigación, desarrollo, diseño, ingeniería y control de procesos químicos industriales.

- Investigación, desarrollo, producción, transformación y control de sustancias, componentes de medicamentos humanos y veterinarios.

- Investigación, desarrollo, producción, transformación, control, conservación, almacenamiento y distribución de productos químicos básicos.

- Investigación, desarrollo, producción, transformación, control, distribución de productos de perfumería y cosméticos, jabones, detergentes y otros productos de limpieza y abrillantamiento.

- Investigación, desarrollo, producción, transformación y control de la explotación industrial racional y sostenible de los recursos naturales (petroquímicas, siderúrgicas, madereras y papeleras, cementeras, industrias de cerámicas y vidrio, etc.).

- Investigación, desarrollo, producción, transformación y control de los productos auxiliares para la industria (disolvente, aditivos, catalizadores, lubricantes, etc.).

- Investigación, desarrollo y control de productos agroquímicos (fertilizantes, plaguicidas, etc.).

- Investigación, desarrollo y control de materiales para la industria electrónica.

- Investigación, desarrollo, producción y control de productos relacionados con radioquímica, isótopos estables e inestables.

- I+D+I en empresas e instituciones, tanto públicas como privadas.

- Enseñanza de la Química en los términos y niveles educativos establecidos por la legislación vigente.

- Estudios y análisis químicos, físicos, bioquímicos e inmunoquímicos de muestras biológicas, incluidas las de origen humano. Análisis Forénsico (Químico Forense).

- Investigación y desarrollo en química biológica, genómica y proteómica.

- Técnico Superior de Departamentos de Análisis o de Control de Calidad, diseño de los protocolos de trabajo y control, etc.

- Responsable de calidad de producto.

- Responsable de procesos de acreditación y validación de laboratorios e instalaciones de proceso. Inspector y Auditor de calidad (tanto de proceso como ambiental).

- Proyección, instalación, dirección, gestión y control de laboratorios de análisis y control de calidad, ya sean químicos, industriales, etc.

- Proyección, instalación, dirección, gestión y control de las Plantas Piloto.

- Estudios de Impacto Ambiental y de Evaluaciones de Impacto Ambiental.

- Instalaciones relacionadas con los Sistemas de Gestión Medioambiental (SIGMA) en las empresas (control de gases, depuración de aguas, gestión de residuos, etc.).

- Tratamiento, almacenaje y/o eliminación de residuos nucleares, industriales, urbanos y agrícolas.

- Tratamiento y potabilización del agua.

- Responsable técnico de transporte de mercancías peligrosas.

- Prevención de Riesgos Laborales-Técnico Superior de Higiene Industrial.

- Administración en puestos de su competencia profesional y de su nivel académico.

- Asesoramiento científico y técnico sobre temas químicos.

- Comercialización y Asistencia técnica al cliente, comprador o usuario del producto, equipo, etc.

- En general, en todas aquellas actividades que guardan relación con la ciencia y la tecnología química, en los ámbitos comunitarios, estatal, autonómico, provincial, municipal o privado.

Comentarios al Plan de Estudios y Título de Grado en Química

La titulación de Químico que ahora se diseña, adolece de conocimientos en un área, antes Química Industrial (la cual les dio en su día ciertas competencias) y ahora Ingeniería Química. Dicha carencia puede repercutir en el reconocimiento de las competencias que actualmente ostentan los profesionales químicos, las cuales con lógica, debiera pretenderse que mantengan.

Este bloque de conocimiento, tan básicos como los de Orgánica, Inorgánica, Química Física o Analítica, deberían formar parte del currículum del químico, con el mismo grado de importancia que las demás, ya que no son conocimientos complementarios de la química, sino tan básicos y fundamentales como el resto. El hecho de que dichos conocimientos, desde luego con muchas materias más, constituyan una titulación, la de Ingeniería Química, no justifica que se les prive a los Químicos de algo que es fundamental y que les da acceso a campos profesionales concretos.

En Madrid, a diez de marzo de dos mil cuatro.

Ilmo. Sr. D. Lorenzo Baselga Aguilar
Secretario General Técnico del Ilustre Consejo General de los Colegios Oficial de Químicos de España

ANEXO 3. ORGANIZACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS CONDUCENTES AL TÍTULO DE GRADO EN QUÍMICA.

Curso	Denominación	Créditos anuales			Breve descripción del contenido	Vinculación a Áreas de Conocimiento
		Totales	Teóricos	Prácticos/ Laboratorio		
1º	**FÍSICA GENERAL**	**10**	8,5	1,5	Magnitudes, unidades y análisis dimensional. Cinemática y dinámica de una partícula. Sistemas de partículas. Teoremas de conservación. Dinámica de rotación. Gravitación. Fluidos. Hidrostática. Dinámica de fluidos. Movimiento oscilatorio. Movimiento armónico simple. Movimiento ondulatorio: características generales. Campo eléctrico. Energía potencial eléctrica. Circuitos eléctricos. Campo magnético. Movimiento de cargas en campos magnéticos. Inducción magnética. Radiación electromagnética. Principios de óptica.	Las correspondientes de Física.
1º	**MATEMÁTICAS**	**10**	10		Espacios vectoriales. Aplicaciones lineales. Teoría de matrices. Diagonalización de una matriz. Formas cuadráticas. Funciones de una y varias variables. Diferenciación e integración. Cálculo diferencial e integral. Series funcionales y transformadas integrales. Ecuaciones diferenciales.	Las correspondientes de Matemáticas
1º	**QUÍMICA GENERAL**	**15**	15		Estructura atómica. Tabla periódica de los elementos. Propiedades periódicas. Nomenclatura química: inorgánica y orgánica. Estequiometría. El enlace químico: teorías y tipos de enlace. Estados de agregación de la materia. Disoluciones. Fundamentos de la reactividad química. Termodinámica química. Cinética química. Equilibrio químico. Equilibrios iónicos en disolución. Química de los grupos funcionales orgánicos.	Edafología y Q. Agrícola Q. Analítica Q. Física Q. Inorgánica Q. Orgánica

1º	**OPERACIONES BÁSICAS DE LABORATORIO**	**5**		5	Manejo del material de laboratorio. Seguridad. Introducción a las técnicas básicas en el laboratorio químico. Organización y gestión de calidad del laboratorio químico.	Edafología y Q. Agrícola Q. Analítica Q. Física Q. Inorgánica Q. Orgánica Ingeniería Química
2º	**QUÍMICA FÍSICA I**	**10**	10		Termodinámica química: Principios. Variables y funciones termodinámicas. Termoquímica. Disoluciones ideales y reales. Propiedades coligativas Equilibrios de fases. El equilibrio químico.. Fundamentos de termodinámica estadística. Fenómenos de transporte y de superficie. Cinética química: cinética formal y cinética molecular. Mecanismos. Catálisis. Electroquímica: Equilibrios iónicos. Conductividad electrolítica. Equilibrios electroquímicos. Cinética electródica. Macromoléculas y coloides.	Química Física
2º	**EXPERIMENTACIÓN EN QUÍMICA FÍSICA**	**5**		5	oratorio de experimentación en Química con especial énfasis en la caracterización físico-química de compuestos. Experimentación en termodinámica química, electroquímica, y cinética química.	Química Física
2º	**QUÍMICA ANALÍTICA I**	**7,5**	5	2,5	Proceso analítico. La medida en química analítica. Química analítica de las disoluciones. Análisis cualitativo. Identificación de especies químicas. Análisis cuantitativo, volumétrico y gravimétrico	Química Analítica

2º	**QUÍMICA INORGÁNICA I**	**10**	10		Estructura, enlace y propiedades de los elementos y compuestos inorgánicos. Aspectos termodinámicos, cinéticos y reactividad de las sustancias inorgánicas. Química descriptiva de los elementos de los bloques s y p y de sus compuestos más importantes. Introducción a la química de los metales de transición. Química de los compuestos de coordinación: aspectos básicos.	Química Inorgánica
2º	**EXPERIMENTACIÓN EN QUÍMICA INORGÁNICA**	**5**		5	Laboratorio de experimentación en Química Inorgánica, con especial énfasis en las técnicas y métodos de síntesis y caracterización de compuestos inorgánicos.	Química Inorgánica
2º	**CÁLCULO NUMÉRICO Y ESTADÍSTICA APLICADA**	**5**	3	2	Métodos numéricos. Introducción a la teoría y aplicaciones de la estadística. Análisis y propagación de errores de datos experimentales. Tratamiento de datos experimentales mediante computación. Simulación y validación de métodos.	Las correspon-dientes de Matemáticas. Estadística e Investigación Operativa. Ingeniería Química Química Analítica. Química Física Química Inorgánica Química Orgánica

3º	**QUÍMICA ORGÁNICA I**	**10**	10		Estructura y propiedades de los compuestos orgánicos. Isomería y estereoisomería. Reactividad. Mecanismos de las reacciones orgánicas. Alcanos, alquenos, alquinos y aromáticos. Derivados halogenados. Alcoholes, éteres y fenoles. Compuestos nitrogenados. Aldehídos y cetonas. Ácidos carboxílicos y sus derivados. Compuestos difuncionales. Compuestos heterocíclicos. Compuestos de azufre, fósforo y silicio.	Química Orgánica
3º	**EXPERIMENTACIÓN EN QUÍMICA ORGÁNICA**	**5**		5	Laboratorio de experimentación en Química Orgánica, con especial énfasis en las técnicas y métodos de síntesis y caracterización de compuestos orgánicos.	Química Orgánica
3º	**QUÍMICA ANALÍTICA II**	**10**	10		Análisis instrumental: Principios generales. Técnicas ópticas de análisis. Técnicas electroanalíticas Técnicas analíticas de separación: Técnicas no cromatográficas y Técnicas cromatográficas Hibridación instrumental. Introducción a la Quimiometría.	Química Analítica
3º	**EXPERIMENTACIÓN EN QUÍMICA ANALÍTICA**	**5**		5	Laboratorio de análisis de compuestos orgánicos e inorgánicos. Aplicaciones de las principales técnicas instrumentales empleadas en química analítica: cromatográficas, ópticas, electroquímicas, etc.	Química Analítica

3º	**INGENIERÍA QUÍMICA**	**7,5**	5	2,5	Proceso químico e industria química. Balance de materia y energía. Mecanismos de transporte. Transporte molecular y convectivo. Operaciones unitarias: circulación de fluidos, transmisión de calor y transferencia de materia. Diseño de reactores químicos.	Ingeniería Química
3º	**QUÍMICA FÍSICA II**	**7,5**	5	2,5	Química cuántica: aplicación de la mecánica cuántica al estudio de sistemas sencillos, de los átomos y de las moléculas. La interacción entre la radiación electromagnética y la materia. Espectroscopias de absorción, emisión y de dispersión Raman. Espectroscopia de resonancia magnética de espín.	Química Física
4º	**QUÍMICA ORGÁNICA II**	**7,5**	5	2,5	Metodología sintética. Análisis retrosintético. Interconversión de grupos funcionales. Formación de enlaces carbono-carbono. Formación de enlaces carbono-heteroátomo. Estructura y reactividad de productos naturales orgánicos. Determinación estructural de compuestos orgánicos por métodos espectroscópicos.	Química Orgánica
4º	**QUÍMICA INORGÁNICA II**	**7,5**	5	2,5	Compuestos de coordinación y organometálicos. Sólidos inorgánicos. Métodos experimentales para la determinación de la estructura de los compuestos inorgánicos.	Química Inorgánica

4º	**CIENCIA DE MATERIALES**	**5**	4	1	Estudio de los materiales de interés tecnológico: materiales polímeros, materiales metálicos, materiales cerámicos, materiales compuestos, nanomateriales. Propiedades y aplicaciones de los materiales: propiedades eléctricas, ópticas y magnéticas.	Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica. Cristalografía y Mineralogía Física Aplicada. Física de la Materia Condensada Q. Analítica. Q. Física. Q. Inorgánica. Q. Orgánica. Ingeniería Química.
4º	**BIOQUÍMICA Y QUÍMICA BIOLÓGICA**	**7,5**	6	1,5	Estructura y función de macromoléculas y membranas biológicas. Catálisis y control de las reacciones bioquímicas. La función de los metales en los procesos biológicos. Bioenergética. Metabolismo. Información genética. Estructura, propiedades y reactividad química de biomoléculas.	Bioquímica y Biología Molecular Q. Analítica Q. Física Q. Inorgánica Q. Orgánica

4º	**PROYECTO/TRABAJO ACAD. DIRIGIDO**	**15**		15	En el Grado deben existir elementos de investigación o trabajos aplicados asociados al título por ello, el Proyecto/trabajo fin de carrera debe ser obligatorio. Esto es importante, no sólo para aquellos que continúen hacia estudios superiores, sino también para aquellos que abandonen el sistema con el título de grado, para los cuales es fundamental poseer experiencia personal de primera mano acerca de lo que constituye la práctica profesional. En consecuencia, el proyecto podrá también extenderse, además del ámbito universitario, al de la industria química y otras instituciones públicas y privadas, siempre y cuando se garantice la tutorización académica del mismo. Asimismo, el proyecto deberá contemplar la realización de una Memoria escrita y, en su caso, una presentación y defensa oral de la misma.	Bioquímica y Biología Molecular Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica. Cristalografía y Mineralogía Edafología y Q. Agrícola Ingeniería Química Química Analítica. Química Física Química Inorgánica Química Orgánica

EPÍLOGO

El presente proyecto para el diseño del Plan de Estudios de Grado en Química, en relación con la Convergencia Europea, es el fruto de muchas horas de trabajo, de numerosas reuniones generales de los grupos de trabajo y regionales, así como de largas discusiones.

La estructura general del título, duración (240 créditos), porcentaje de objetivos formativos comunes (aprox. 70%) y contenidos de los diversos módulos, han sido acordados por consenso de los responsables de todos los centros del país que imparten el título de Licenciado en Química (33 Universidades Públicas y 3 Privadas). Consiguientemente todos y cada uno hemos tenido que ceder en nuestras preferencias en varias ocasiones de forma que el proyecto no es el de ningún grupo particular de Universidades o de personas. El conocimiento por parte de los miembros de la red de la organización de los centros en Departamentos y áreas de conocimiento, impone unas condiciones que hacen que, en la práctica, se tengan que respetar repartos más o menos equitativos de créditos entre áreas si se quiere que la vida académica funcione sin continuos conflictos, al menos mientras no cambie drásticamente la estructura de la Universidad española.

En la descripción de la estructura y los contenidos del título se ha tenido en cuenta fundamentalmente el modelo de estudios llamado *Eurobachelor* en Química elaborado por la red ECTN, que define un tronco común o core de materias obligatorias, aportando los objetivos de aprendizaje de los mismos, excepto en el caso de la materia que denomina Química Biológica. Esta última circunstancia ha provocado muchas discusiones, tanto por la denominación (Química Biológica frente a Bioquímica) como por lo objetivos de aprendizaje que no se señalan en el *Eurobachelor*. Ha prevalecido la solución de consenso de denominarla Bioquímica y Química Biológica, asignándole unos contenidos que son en su gran mayoría de Bioquímica, pero añadiendo también unos descriptores de Bioorgánica y Bioinorgánica que bien podrían completarse en estudios de Master.

Las propuestas y críticas externas que nos han llegado las hemos aceptado siempre como provenientes de voces amigas, y se han valorado sus contenidos y viabilidad, incorporándolas en todo o en parte cuando ha sido posible. No debe de olvidarse de nuevo las características de la red de Química, constituida por personas con responsabilidad de gestión, lo cual impone unas limitaciones de actuación que no se dan en el hacer y la discreción de un grupo de expertos nombrados por el Ministerio.

En todo caso pensamos que hemos desarrollado un trabajo honesto y responsable y que hemos disfrutado de una experiencia única, donde un grupo heterogéneo de profesores de Química hemos intercambiado opiniones científicas, debatido y llegado a un acuerdo sobre contenidos comunes de la Química y sobre el modo de mejorar la calidad docente. El trabajo realizado es obviamente mejorable dada, por otra parte, la limitación temporal impuesta, pero no creemos fácil consensuar una propuesta más razonable que la presentada.

Para finalizar, deseamos expresar nuestro sincero agradecimiento a D. Gaspar Roselló Nicolau, Director del Programa de Convergencia Europea de la ANECA; a Dª Raffaella Pagani Balletti, responsable del Proyecto de Química ante la ANECA; y a D. Manel Viader y D. José Manuel Bayod, expertos nacionales para las titulaciones del ámbito de Ciencias Experimentales. A todos ellos gracias por la colaboración y ayuda prestadas.

También expresamos nuestro reconocimiento: a D. Carlos Berzosa Alonso-Martínez, Rector de la Universidad Complutense, por haber aceptado el compromiso de realizar el presente proyecto; a D. Rafael Hernández Tristán, Vicerrector de Relaciones Institucionales y Ayuda al Desarrollo, por la firma del contrato con la ANECA; a D. Manuel Rodríguez Sánchez, Vicerrector de Estudios por su apoyo e interés en todo momento. Hacemos extensivo este agradecimiento a los Rectorados y Decanatos de las Universidades participantes, por facilitar los trabajos de esta red de Química

Así mismo expresamos nuestro agradecimiento a D. Juan Sancho Rof, y a D. Lorenzo Baselga Aguilar, Presidente y Secretario respectivamente del Consejo General de los Colegios Oficiales de Químicos de España, por su sugerencias e interés en este proyecto. También agradecemos a todas las Instituciones que nos han facilitado o nos han permitido usar sus datos para la elaboración de este proyecto.

Por último nuestras más sentidas gracias a Dª Ángela Lozano Segovia y Dª Mª del Rosario Espada Morales por su labor constante de estos meses, tanto en la ayuda en la organización y logística de reuniones de la red, como en la plasmación material del documento que presentamos.

Jesús Santamaría Antonio
Coordinador General