

Alegaciones al informe de evaluación de fecha 26/04/2018

1. Subsanaciones de los aspectos requeridos

CRITERIO 5: PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

En la materia «Ingeniería Química»:

Los Contenidos de la asignatura «Bases de la Ingeniería Química» son excesivos para los 6 créditos de la asignatura.

Los contenidos que deben figurar en la asignatura «Bases de la Ingeniería Química» son:

Procesos químicos e Ingeniería Química. Balances de materia macroscópicos en régimen estacionario y no estacionario. Introducción a los Fenómenos de Transporte. Operaciones básicas en Procesos Químicos. Aplicaciones de los balances de materia en el cálculo de procesos por etapas. Reactores ideales. Balances de energía macroscópicos.

En la asignatura «Fenómenos de Transporte», y en contra de lo especificado en el Formulario de Modificación, sigue existiendo el contenido «Fenómenos de Transporte en problemas de interés industrial».

Se trata de una errata; los contenidos que deben figurar en la asignatura «Fenómenos de Transporte» son:

Fundamentos de cinética física. Modelo de fenómenos de transporte molecular y otros modelos. Recursos para la formulación de balances de propiedad a diferentes niveles de descripción: macroscópico, microscópico con gradientes y molecular. Transporte de cantidad de movimiento. Viscosidad y mecanismos de transporte de cantidad de movimiento. Balances envolventes de cantidad de movimiento y distribución de velocidad en flujo laminar. Ecuaciones de variación en sistemas isotérmicos. Soluciones exactas de la ecuación de Navier-Stokes en régimen laminar. Transporte de interfase en sistemas isotérmicos. Distribución espacial de velocidad. Transmisión de calor. Conductividad térmica y mecanismos de la transmisión de energía. Balances envolventes de energía y distribución espacial de temperatura en sólidos y en flujo laminar. Ecuaciones de variación en sistemas no isotérmicos. Transporte de interfase en sistemas no isotérmicos. Transferencia de materia. Difusividad y mecanismos de la transferencia de materia. Balances envolventes de materia y distribución de concentración en sólidos y en flujo laminar. Ecuaciones de variación para sistemas multicomponentes. Analogías. Transporte de interfase en sistemas de varios componentes. Distribución espacial de composiciones. Analogía entre fenómenos de transporte. ~~Fundamentos de las operaciones.~~ Fundamentos de las operaciones.

En las asignaturas «Operaciones Básicas II», «Operaciones Básicas III», y «Laboratorio de Ingeniería Química III», y en contra de lo especificado en el formulario de modificaciones, no existe ningún cambio con respecto a la memoria anterior.

Se indican a continuación los contenidos que aparecían en la memoria en vigor y los que se propusieron en la solicitud de modificación, en las asignaturas correspondientes; se supone que han pasado inadvertidos.

- «Operaciones Básicas II»
Contenidos en la memoria en vigor:

Introducción. Mecanismos de generación, transmisión, desplazamiento y conservación de energía calorífica. Transmisión de calor por conducción. Aislamiento térmico y termostatación. Transmisión de calor por convección. Flujo interno y flujo externo en conducciones y demás equipos. Transmisión de calor por radiación. Radiadores, receptores y equilibrio térmico. Cambiadores de calor: Fundamentos. Condiciones de operación. Ecuación de diseño. Configuraciones y redes de cambiadores. Equipos. Cambiadores de calor con cambio de fase: calderines y condensadores: Fundamentos. Mecanismos. Condiciones de operación. Ecuación de diseño. Equipos. Separaciones térmicas: Evaporación y Cristalización. Fundamentos. Mecanismos. Condiciones de operación. Ecuación de diseño. Equipos. Hornos y combustores. Fundamentos. Mecanismos. Condiciones de operación. Ecuación de diseño. Equipos. Otros equipos de transmisión de calor: contacto directo gas-sólido y regeneradores de calor. Fundamentos. Mecanismos. Condiciones de operación Ecuación de diseño. Equipos. Ahorro energético en la industria química.

Contenidos que se propusieron en la modificación:

Introducción. Mecanismos de generación, transmisión, desplazamiento y conservación de energía calorífica. Transmisión de calor por conducción. Aislamiento térmico y termostatación. Transmisión de calor por convección. Flujo interno y flujo externo en conducciones y demás equipos. Transmisión de calor por radiación. Radiadores, receptores y equilibrio térmico. Cambiadores de calor: Fundamentos. Condiciones de operación. Ecuación de diseño. Configuraciones y redes de cambiadores. Equipos. Cambiadores de calor con cambio de fase: calderines y condensadores: Fundamentos. Mecanismos. Condiciones de operación. Ecuación de diseño. Equipos. Separaciones térmicas: Evaporación y Cristalización. Fundamentos. Mecanismos. Condiciones de operación. Ecuación de diseño. Equipos. Hornos y combustores. Fundamentos. Mecanismos. Condiciones de operación. Ecuación de diseño. Equipos. Otros equipos de transmisión de calor: contacto directo gas-sólido y regeneradores de calor. Fundamentos. Mecanismos. Condiciones de operación Ecuación de diseño. Equipos. Ahorro energético e **integración energética** en la industria química.

- «Operaciones Básicas III»

Contenidos en la memoria en vigor:

Equilibrio, cinética y equipos. Requerimientos energéticos de las operaciones de separación. Equipo para contacto de fases con dispersión de fase ligera: Tanques de burbujeo. Torres de platos: características y tipos de platos. Hidrodinámica y cálculo del diámetro. Transferencia de materia en platos: eficacia. Equipo para contacto de fases con dispersión de fase densa: Torres de relleno: características y tipos de rellenos. Hidrodinámica y cálculo del diámetro. Transferencia de materia en rellenos. Absorción y desorción. Equilibrio líquido-gas. Métodos de diseño analíticos y gráficos para platos ideales. Relación líquido/gas óptima. Diseño para platos reales. Absorción no isotérmica. Destilación. Equilibrio líquido-vapor. Destilación diferencial. Destilación flash. Operación de condensación. Rectificación en torres de platos. Métodos de diseño analíticos y gráficos para platos ideales. Condiciones de la alimentación. Relación de reflujo óptima. Diseño para platos reales. Métodos de McCabe Thiele y Ponchon Savarit. Rectificación discontinua. Extracción líquido-líquido. Equilibrio líquido-líquido. Extracción simple. Extracción en múltiples etapas con flujo cruzado y en contracorriente. Extracción por contacto continuo. Equipo. Lixiviación. Equilibrio sólido-líquido. Extracción simple. Extracción en múltiples etapas con flujo cruzado y en contracorriente. Equipo. Humidificación y deshumidificación. Métodos de acondicionamiento de aire. Humidificación adiabática. Deshumidificación por contacto con agua. Torres de enfriamiento. Ciclos de acondicionamiento. Secado. Equilibrio. Cinética. Cálculo del tiempo de secado. Equipo. Adsorción e intercambio iónico. Equilibrio. Adsorción en lechos fijos: diseño. Otras técnicas. Intercambio iónico: tipos de cambiadores y técnicas. Diseño.

Contenidos que se propusieron en la modificación:

Equilibrio, cinética y equipos. Requerimientos energéticos de las operaciones de separación. Equipo para contacto de fases con dispersión de fase ligera: Tanques de burbujeo. Torres de platos: características y tipos de platos. Hidrodinámica y cálculo del diámetro. Transferencia de materia en platos: eficacia. Equipo para contacto de fases con dispersión de fase densa: Torres de relleno: características y tipos de rellenos. Hidrodinámica y cálculo del diámetro. Transferencia de materia en rellenos. Absorción y desorción. Equilibrio líquido-gas. Métodos de diseño analíticos y gráficos para platos ideales. Relación líquido/gas óptima. Diseño para platos reales. Absorción no isotérmica. Destilación. Equilibrio líquido-vapor. Destilación diferencial. Destilación flash. Operación de condensación. Rectificación en torres de platos. Métodos de diseño analíticos y gráficos para platos ideales. Condiciones de la alimentación. Relación de reflujo óptima. Diseño para platos reales. Métodos de **McCabe-Thiele** y **Ponchon-Savarit**. Rectificación discontinua. Extracción líquido-líquido. Equilibrio líquido-líquido. Extracción simple. Extracción en múltiples etapas con flujo cruzado y en contracorriente. Extracción por contacto continuo. Equipo. Lixiviación. Equilibrio sólido-líquido. Extracción simple. Extracción en múltiples etapas con flujo cruzado y en contracorriente. Equipo. Humidificación y deshumidificación. Métodos de acondicionamiento de aire. Humidificación adiabática. Deshumidificación por contacto con agua. Torres de enfriamiento. Ciclos de acondicionamiento. Secado. Equilibrio. Cinética. Cálculo del tiempo de secado. Equipo. Adsorción e intercambio iónico. Equilibrio. Adsorción en lechos fijos: diseño. Otras técnicas. Intercambio iónico: tipos de cambiadores y técnicas. Diseño.

- «Laboratorio de Ingeniería Química III»

Contenidos en la memoria en vigor:

Operación con un reactor ideal de tanque agitado isoterma (CSTR). Operación con un reactor ideal de flujo pistón isoterma (PFR). Operación con un reactor discontinuo adiabático. Identificación de efectos de no idealidad en reactores (análisis de distribución de tiempos de residencia). Operación con reactores enzimáticos y catalíticos: obtención de parámetros cinéticos y de transporte y diseño de reactores. Sintonización de controladores. Simulación analógica de sistemas de control. Diseño de sistemas de control por ordenador.

Contenidos que se propusieron en la modificación:

Operación con un reactor ideal de tanque agitado isoterma (CSTR). Operación con un reactor ideal de flujo pistón isoterma (PFR). Operación con un reactor discontinuo adiabático. Identificación de efectos de no idealidad en reactores (análisis de distribución de tiempos de residencia). Operación con reactores enzimáticos y catalíticos: obtención de parámetros cinéticos y de transporte y diseño de reactores. Sintonización de controladores. Simulación analógica de sistemas de control. Diseño de sistemas de control por ordenador.

Incendios: tipos y análisis de consecuencias. Prevención y extinción de incendios. Explosiones: tipos y análisis de consecuencias. Prevención de explosiones. Protección frente a riesgos físicos: eléctricos, mecánicos y radioactividad. Ética en Ingeniería Química. Principios éticos de la profesión. Auditorías éticas.

Se debe solventar estos aspectos.

Se han modificado los contenidos de la materia TFG, indicando que consistirá en la «Realización de un Proyecto de Diseño Industrial en grupo». Se debe indicar claramente que, de cara a la evaluación, se especificará en la memoria del proyecto la aportación de cada miembro del grupo y que la evaluación y defensa se hará de manera individualizada. Se debe incluir dicha información.

Los contenidos de la materia TFG quedan como sigue:

Realización de un Proyecto de Diseño Industrial en grupo, salvo en los casos de evaluación diferenciada previstos en el Reglamento. La memoria escrita seguirá las pautas indicadas en la guía docente y contendrá: diseño de equipos (incluido el diseño mecánico) y/o de instalaciones, diagramas de proceso según norma, modelización o simulación de procesos e integración energética, consideraciones de seguridad y análisis de riesgos, de impacto ambiental y de economía o rentabilidad del mismo.

La memoria del proyecto incluirá una descripción de la aportación de cada miembro del grupo. La evaluación y defensa se hará de manera individualizada.

Existe un error en la descripción de contenidos de las asignaturas de la materia «Ingeniería Química» del módulo optativo: se repite como asignatura 3 «Laboratorio de Bioprocesos», denominación que ya ha sido designada a la asignatura 2, y además se le asignan unos contenidos inadecuados. Por el contrario, no se proporciona la información de la que es la asignatura 3 «Ingeniería de Polímeros», así como se omiten sus correspondientes contenidos. Se deben solventar estas cuestiones.

En efecto, se trata de un error; los contenidos de la asignatura 3 son:

Asignatura 3: Ingeniería de Polímeros

Industria de polímeros. Clasificación de los polímeros. Reacciones de homopolimerización y copolimerización. Técnicas industriales de polimerización. Criterios de diseño de los procesos industriales de producción de polímeros. Propiedades de los polímeros. Aditivación de polímeros. Reología de polímeros. Recubrimiento con polímeros. Extrusión de polímeros. Moldeo por inyección de polímeros.

2. Recomendaciones

CRITERIO 5: PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

En el Despliegue temporal de la materia «Ingeniería Química» existe una errata: Se dice que en el Semestre 8, se cursan 8 ECTS, por lo que la suma total de esta materia serían 92 ECTS y no 90. En realidad se cursan 6 ECTS, que corresponden a la nueva asignatura introducida. Así, la suma total serán 90 ECTS, como se pretende fijar en la modificación. Se recomienda modificar el dato.

Se ha corregido la errata; en el Semestre 8 se cursan 6 ECTS.

CRITERIO 10: CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN

Dado que en la propuesta de modificación se eliminan las asignaturas «Tecnología de los Bioprocesos Industriales», «Operaciones con Sólidos» y «Análisis Medioambiental», se recomienda eliminarlas de la tabla de adaptaciones.

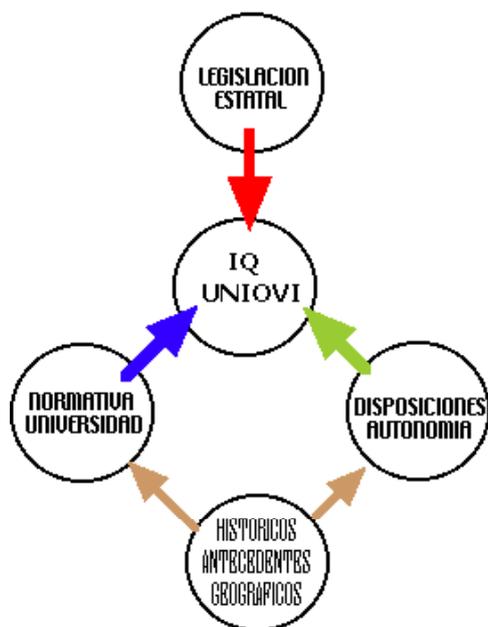
En la tabla de adaptaciones se han eliminado las asignaturas «Tecnología de los Bioprocesos Industriales», «Operaciones con Sólidos» y «Análisis Medioambiental», debido a que, en la propuesta de modificación, estas asignaturas desaparecen.

2. JUSTIFICACIÓN

Interés académico, científico o profesional del título

La presente Memoria ha sido elaborada en la **Facultad de Química de la Universidad de Oviedo**, Centro en el que hasta ahora se venía impartiendo la titulación de **Ingeniería Química**, a extinguir. En ella se recoge la propuesta que posibilita seguir impartiendo unas enseñanzas de **Grado coordinadas, y estrechamente ligadas, con los estudios de Máster** en el campo de la **Ingeniería Química**, de manera que, incorporando lo mejor de la presente reforma a los innegables logros de la anterior, permita seguir formando, como hasta ahora, **ingenieros químicos homologables** a sus homónimos de Europa y Norteamérica. Además, la presente Memoria trata de justificar una propuesta que **no reivindica atribuciones profesionales** definidas para una profesión que le es ajena, y distinta a la de ingeniero químico (definida ésta desde el 4 de agosto de 2009 por los estudios de Máster en Ingeniería Química) no como objetivo buscado, sino como consecuencia de optar prioritariamente por una mayor libertad curricular orientada *ab initio* a la profesión de ingeniero químico, fuera del ámbito de la Ingeniería Industrial, adonde se ha pretendido reconducir estas enseñanzas.

El contenido de esta Memoria es, pues, una alternativa paliativa a la crítica situación de la Ingeniería Química en España, derivada, en primer lugar, de la normativa propiciada por la implantación en nuestro sistema universitario del **Espacio Europeo de Educación Superior**, con la adición de los condicionantes propios de una Universidad única en una comunidad autónoma uniprovincial, como es el **Principado de Asturias**, donde otros Centros de Ingeniería reivindican un nuevo **grado con atribuciones**, vinculado, por ley, a una profesión distinta y distante de la **Ingeniería Química** como es la **Ingeniería Técnica Industrial** en sus distintas **especialidades**, incluida la **Química**.



- Legislación Estatal
Nuevo Grado orientado a la antigua profesión regulada de Ingeniería Industrial Química.
- Disposición Autonómica
Unicidad de titulaciones que reivindiquen idénticas atribuciones.
- Normativa Universitaria
Ingeniería Química de tronco común con otras ingenierías de la rama industrial
- Antecedentes
Titulación de IQ vinculada a la Facultad de Química de Oviedo.
Titulación de Ingeniería Técnica Industrial vinculada a la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial (EUITI) de Gijón

Fig.1. Condicionantes en la elaboración de la presente propuesta de Grado en Ingeniería Química de la Universidad de Oviedo

Interés académico.

La Ingeniería Química es una ingeniería configurada en la práctica profesional por exigencias de la pujante **actividad química industrial** desde finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX. El Ingeniero Químico viene a realizar las actividades que desbordan la capacidad de las **Ingenierías Mecánicas y Eléctricas convencionales**, por su falta de formación química, y que van más allá de las habilidades de los **químicos**, carentes de formación tecnológica e ingenieril. Por tanto, en principio, los **ingenieros químicos** son profesionales autodidactas de formación básica como químicos o ingenieros.

Como casi siempre, la función crea el órgano, y los **sistemas educativos** se aprestan a dar una solución, configurando una nueva formación académica básica para un titulado especializado, el **ingeniero químico**. La flexibilidad y dinamismo de estos sistemas es decisiva en la competitiva carrera que se inicia. En este sentido los Estados Unidos de América van a *hacerse con la carrera*, en el doble sentido de la palabra.

No sería ni la primera ni la última vez que Europa perdiese un tren salido de sus propias estaciones. En nuestro caso, la vieja Europa, que fuera cuna de los científicos fundacionales de la IQ reimporta conocimientos y metodologías. Así, algunos países de sólida tradición científica e industrial, traducen el modelo académico y profesional de ingeniero químico de EE.UU., en ocasiones con décadas de retraso, como es el caso de Alemania, con sólidas escuelas de ingeniería de procesos industriales. Gran Bretaña, por su mayor vocación atlántica, es bastante más diligente y Francia va a la zaga, llevando su tradicional autonomía y peculiaridad a someras variantes del modelo progresivamente consolidado en el ámbito de los países anglosajones.

Es un retraso del orden de veinte años que se mantiene en la actualidad sin acortarse sensiblemente las distancias, y que justifica, en un contexto más amplio, medidas como la que nos está llevando a la **"reforma de Bolonia"**.

- Es ya un tópico enunciar que la *"Ingeniería Química es el arte (sic) de concebir, calcular, diseñar, hacer construir y hacer funcionar las instalaciones donde efectuar, a escala industrial, cualquier transformación química"*, pero esta definición, atribuida al Prof. M. Letort, fundador de la Ingeniería de Procesos Químicos (*ENSIC, Nancy, Francia*) -como también lo podría haber sido a sus colegas de no menos fecundo magisterio, P. Le Goff, o J. Cathala (*IGC de Toulouse*)- ha resistido, intemporal y concisa, arropándose de matices y adjetivaciones fruto de los tiempos y de las modas científicas y tecnológicas, que en nada han variado su esencia.
- Para el *American Institute of Chemical Engineers (AIChE)* *"La técnica es el campo de la actividad humana en que los conocimientos de las Ciencias Físicas y Naturales, y de la Economía se aplican a fines útiles. La Ingeniería Química es la parte de este campo que trata las modificaciones de composición, contenido energético o estado físico que pueden experimentar las sustancias. Por último, la misión del Ingeniero Químico es el desarrollo de los procesos industriales, es decir, transformar cualquier concepción de laboratorio en un proceso eficiente de fabricación."*
- En los propios estatutos del AIChE se añade: *"La Ingeniería Química es la aplicación simultánea de los principios de las Ciencias Físicas, y de los principios de las Ciencias Económicas y de las relaciones humanas en campos que pertenecen directamente a los procesos o los aparatos en los que se trata la materia con el fin de conseguir un cambio de estado, de energía o de composición"*.

Es frecuente encontrar variantes de estas definiciones en textos, monografías y ponencias, adornadas o sobrecargadas con puntualizaciones, extensiones, conexiones con ingenierías afines o filiales - *energía, tecnología sanitaria, biotecnología, tecnología de materiales*-, o incluso con citas referentes al medio ambiente, a la sostenibilidad (*Green Chemical Engineering*) y -probablemente en algún lugar-, al cambio climático.

Aceptando este planteamiento, el concepto de **Química Industrial** se habría de circunscribir a un análisis antológico y pormenorizado de los procesos químicos industriales, de su evolución histórica y de sus interdependencias dentro de los grandes clusters industriales, condicionados éstos, primero, por la disponibilidad de recursos (materias primas, energía, capital, tecnología y mano de obra) y, por otra, espoleados por necesidades emergentes o inducidas y demandas de nuevos mercados. El concepto de **Tecnología Química** debería restringirse al conocimiento práctico y utilitarista de los recursos instrumentales - máquinas, aparatos, estructuras- requeridos por la operación química, desde el nivel de laboratorio al de la planta industrial. El concepto de **Química Aplicada** no tendría otra razón de ser que la de interpretar la química en clave instrumental, prescindiendo de su motivación especulativa como ciencia básica. El concepto de **Ingeniería Industrial**, según la acepción más decantada internacionalmente, va vinculado a una ingeniería de gestión de organizaciones y actividades productivas industriales. Su búsqueda amplitud de espectro resulta más próxima al campo macroscópico de la Organización y Gestión de Empresas que a la obligada especialización de una **Ingeniería de Procesos**.

A este respecto, debe reseñarse cómo en las universidades americanas (las punteras en Ingeniería Química según todas las clasificaciones), la Ingeniería Química está tomando **camino totalmente divergentes** de la Ingeniería que aquí se denominaría Industrial (Mecánica, Eléctrica, etc.) a la vez que absorbe o converge con otras disciplinas científico técnicas como Biotecnología (de hecho en los últimos años varias universidades denominan al grado "**Ingeniería Química y Bioquímica**") Ingeniería Ambiental, Ciencia de Materiales y Nanotecnología, etc.

A la Ingeniería Química se le reconocen más de ciento veinte años de fructífera existencia al servicio de la Humanidad. Su origen puede situarse en el curso que, en 1888, impartió el Prof. Lewis M. Norton en el Massachusetts Institute of Technology (MIT), que supuso el comienzo del primer Bachelor en Ingeniería Química del mundo, en el que se marca la diferencia entre estudios de Química, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Química. Ese inicio dio paso a un enorme desarrollo, sobre todo en los países anglosajones, y, en la actualidad, los estudios de Ingeniería Química están avalados por las universidades más prestigiosas del mundo, como son el MIT, las Universidades de California-Berkeley, Minnesota, Wisconsin, Stanford, Leeds, Newcastle, Cambridge, Manchester, Imperial College of London, Technische Universität München, ETH de Zurich, NTH de Trondheim, ENSIC de Nancy, UPS de Toulouse, Tokio y otras de igual o menor relieve (Fuentes: US News Rank of Chemical Engineering Departments-2009; Guardian League Tables-2008).

La profesión de Ingeniero Químico está también ampliamente reconocida en el grupo de países G8 y, por supuesto, en la Europa comunitaria, avalada por instituciones de prestigio como *IChemE (Institution of Chemical Engineers)*, del Reino Unido, *VDI-GVC (Verein Deutsche Ingenieure-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen)*, en Alemania, *SFGP (Société Française de Génie des Procédés)* en Francia, todas pertenecientes a la *EFCE (European Federation of Chemical Engineering)*, que representan a más de 100.000 ingenieros químicos europeos y defiende a esta profesión en Europa desde 1953. Y fuera de Europa, instituciones centenarias como la *AIChE (American Institute of Chemical Engineers)*

Justificación

1908), que agrupa hoy día a más de 50.000 profesionales asociados en casi un centenar de países, ejercen un poder aglutinador y referencial dentro y fuera de los Estados Unidos, entre instituciones nacionales de Canadá, Australia y Japón.

Resumiendo, la Ingeniería Química es una ingeniería madura y bien diferenciada, en su entidad y proyección, tanto de las ciencias en las que tiene sus raíces - la Físico-Química - como de las ingenierías civiles e industriales con las que tiene concomitancias e intereses compartidos. Y con las que ha tenido, tiene y tendrá, conexiones recíprocamente enriquecedoras debido al desarrollo y al carácter difuso de las fronteras del conocimiento, así como a la interdisciplinariedad de cualquier reto científico o tecnológico.

En 1850 se crean en España las primeras **Escuelas de Ingenieros** y, poco después, en 1857, la **Ley de Instrucción Pública** del ex-Rector de la Universidad de Valladolid Claudio Moyano consagra la diversificación de los estudios de Ingeniería.

El hito recientemente redescubierto (J. Lora, en XXVI Reunión de IQ, Murcia, 2009) es que en una España de tardía y huérfana industrialización existían ingenieros químicos antes que en Estados Unidos y Gran Bretaña, y que la titulación - **título de Ingeniero Químico de primera clase** - tenía atribuciones reconocidas antes que a los ingenieros industriales (Gaceta de Madrid, Nº 5.900, pág. 2, 8 de septiembre, de 1850). Cinco años después (R.D. de 20 de mayo de 1855), tal denominación desaparece y el título otorgado pasa a ser de ingeniero industrial, fuese Mecánica o Química la especialidad cursada. Obviamente, tales especializaciones se trataban de una adaptación del modelo alemán. Recuérdese que hasta 1957 las Escuelas de Ingenieros en España dependían del Ministerio de Industria, en lugar del de Educación. Es preciso esperar hasta 1992 (RD 923/92) para recuperar el título de Ingeniero Químico como una titulación independiente, aunque sin atribuciones (Anexo I del RD 1665/1991), en el que se redefinían las profesiones reguladas en España. Este título es heredero, por un lado, de las especialidades industriales de la Licenciatura en Química y Química de la Ingeniería Industrial, que desaparecían y se subsumían en la nueva estructura curricular.

Esta fusión abrió un horizonte de posibilidades -con visión retrospectiva bien aprovechada- para la treintena de Universidades españolas que, en similar proporción de Facultades que de Escuelas, optaron por impartir dicha titulación con planes homologables a los impartidos en las más prestigiosas universidades europeas que venimos evocando obligadamente, principalmente anglosajonas y norteamericanas. Tal ha sido así la similitud que algunas universidades, por ejemplo la de Valladolid, con unos estudios muy similares a los de Oviedo, han obtenido avales de homologación por instituciones internacionales de Ingeniería Química (*IChemE*). De hecho, la vinculación de las titulaciones de Valladolid y Oviedo a un tronco de magisterio común, dependiente del de Robert B. Bird, Warren E. Stewart y Edwin N. Lightfoot en la *University of Wisconsin*, hizo menos doloroso que, por una indecisión administrativa, Oviedo fuera preterida frente a Valladolid, a Madrid y a Salamanca, en la implantación pionera de los estudios en España.

La historia de la Ingeniería Química en España aparece resumida en la siguiente figura:

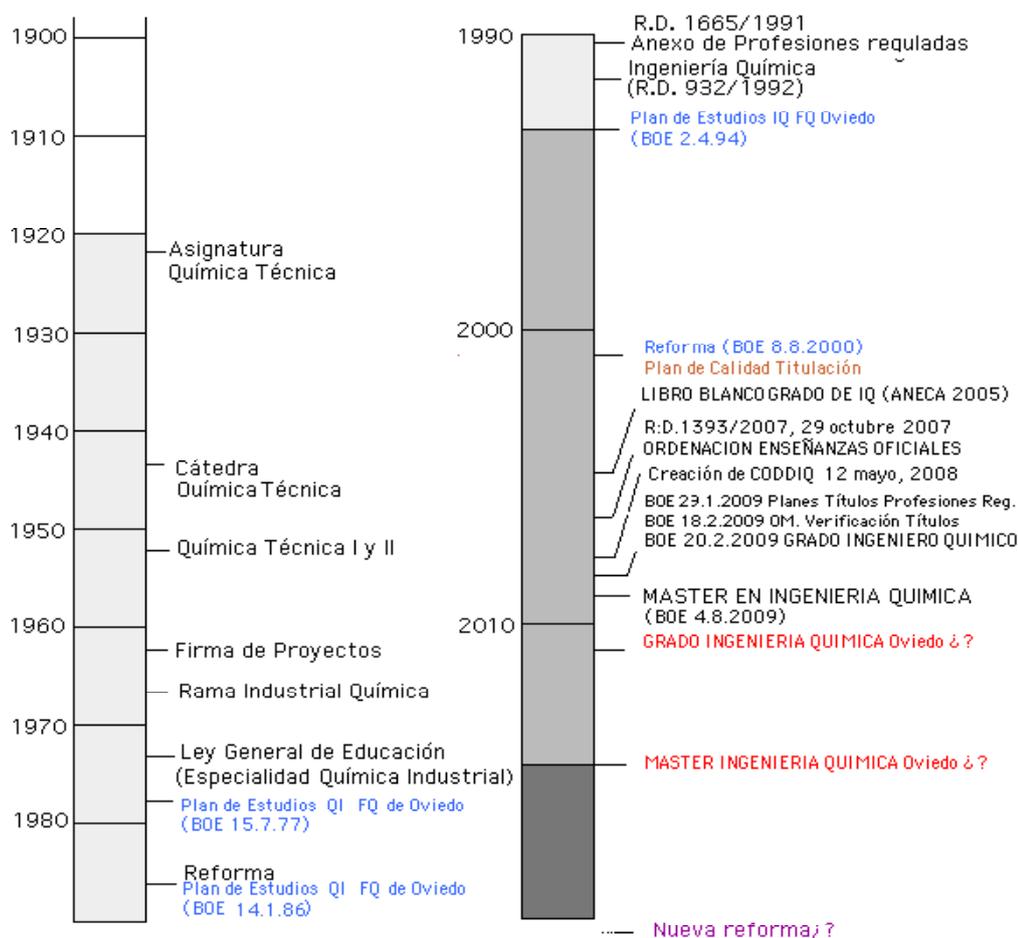


Figura 2.- Evolución histórica de la Ingeniería Química en España.

La Ingeniería Química llega a España tarde y con una doble paternidad en la que encuentran su raíz muchos de los problemas aún irresueltos. La **Tecnología Química** aparece en los Planes de Estudio de último curso de Química en 1922. En el año 34 se publica la obra emblemática del profesor Rius Miró -" **Ingeniería Química**"- que viene a paliar en la práctica las distintas carencias de químicos y de ingenieros industriales. Hasta la década de los cincuenta no se introduce el **Doctorado de Química Industrial** en una **Facultad de Química** (Complutense de Madrid) y hasta poco después de esas fechas no se crea una especialidad química en la Ingeniería Industrial. En la reforma de 1953 se duplica su presencia mediante la introducción de dos asignaturas, **Química Técnica I y II** entre cuarto y quinto, y dos orientaciones en la carrera, la Pedagógica y la **Industrial**.

Veinte años después, y gracias a la reforma de 1973, se consolidan las **especialidades químicas de segundo ciclo**, entre ellas la de **Química Industrial** en 16 facultades, entre ellas la de **Ciencias de Oviedo**. Los antiguos **Departamentos de Química Técnica, Ingeniería Química, Química Industrial, Físico-Química de los Procesos Industriales e Ingeniería Química** se van refundiendo en torno a esta última, y se convierten en impulsores de las **nuevas enseñanzas** a través del intenso ensayo general- veinte años- que supusieron las mencionadas **especialidades**.

La **Ingeniería Química**, como nueva ingeniería superior y titulación independiente surge pues con cien años de retraso respecto a EE.UU., con la reforma de las enseñanzas de 1992, promovida principalmente - es preciso insistir- por los departamentos homónimos.

Justificación

El proyecto docente que se propone para la verificación del Título de Grado en Ingeniería Química por la Universidad de Oviedo tiene su base en los estudios de Ingeniería Química que se han impartido en esta Universidad desde el año 1994. Si se trata de entender los actuales estudios de Ingeniería Química de la Universidad de Oviedo, se deben destacar dos hitos importantes. Por un lado, desde 1999 (coincidiendo con la primera generación de Ingenieros Químicos egresados en nuestra universidad) se ha venido impartiendo un curso de verano de Laboratorio de Ingeniería Química, reconocido oficialmente como **asignatura de Grado (Undergraduate) en la Universidades de Wisconsin y Iowa-State** (ambas en EE.UU.; la primera de ellas, quinta, según el *ranking* de 2009 citado). Dicha asignatura es impartida por los mismos profesores y presenta contenidos equivalentes a los de las asignaturas homónimas en la actual titulación de Ingeniería Química de nuestra Universidad. Por otra parte, alrededor de un tercio de los alumnos que comienzan los estudios de Ingeniería Química en nuestra universidad, realizan el quinto curso de la carrera en **universidades extranjeras** (fundamentalmente europeas, pero también norteamericanas) en el marco de distintos convenios internacionales. En todos los casos, se puede realizar la **convalidación de los estudios** de una forma relativamente sencilla, dada la similitud general de nuestros títulos con los de éstas universidades (**Glasgow, Sheffield, Manchester, Clausthal, Milan, Toulouse, Nancy, Albi**, etc.).

Y dentro de los escalafones que, con cierto grado de fiabilidad y equidad clasifican a las titulaciones españolas, **Ingeniería Química en la Facultad de Química de la Universidad de Oviedo** ha sido la única de sus titulaciones situadas entre las tres primeras de su respectivo campo de especialidad, preeminencia resaltada además por el reconocimiento (menciones de calidad de la ANECA) de sus **másteres** y de sus **programas de doctorado**.

En la siguiente tabla se recoge la oferta y matrícula de los estudios de Grado propuestos, de acuerdo con los datos que figuran en el Libro Blanco del Grado en Ingeniería Química (ANECA-2005) y los que obran en poder de la Facultad de Química:

Tabla 1. Oferta y demanda de los estudios de ingeniero Químico (2000 – 2009) en Oviedo.

Curso	Plazas ofertadas	Matrícula
2000-01	75	76
2001-02	75	71
2002-03	75	73
2003-04	75	53
2004-05	75	66
2005-06	75	56
2006-07	75	61
2007-08	75	47
2008-09	75	50
2009-10	75	40

Desde su implantación en el curso 2010-2011, la demanda de los estudios de Grado en Ingeniería Química, representada por los estudiantes de nuevo ingreso (excluidos los adaptados de planes de estudio anteriores), ha experimentado pequeñas variaciones, tal y como se recoge en la siguiente tabla:

Curso	Nº de alumnos
2010-2011	61
2011-2012	45
2012-2013	54
2013-2014	53
2014-2015	52

De acuerdo con los estudios ocupacionales realizados, recogidos en el Libro Blanco del Grado en Ingeniería Química (ANECA-2005), los ingenieros químicos realizan, mayoritariamente, su actividad profesional en diferentes sectores industriales, de administración y servicios:

- Industria Química de base.
- Química Fina.
- Refino de petróleo y Petroquímica.
- Industria pastero-papelera.
- Fabricación y transformación de plásticos y caucho.
- Industria Farmacéutica.
- Fabricación de fibras artificiales y sintéticas.
- Fabricación de pesticidas y productos agroquímicos.
- Fabricación de detergentes y cosmética.
- Fabricación de pinturas, barnices y revestimientos.
- Alimentación y bebidas.
- Producción de energía.
- Biotecnología.
- Medio ambiente.
- Empresas de ingeniería.
- Empresas de servicios.
- Empresas consultoras.
- Administración.

La amplitud de este marco profesional de la titulación propuesta, así como la diversidad de áreas en que desarrollan sus actividades los ingenieros químicos, hace necesaria una definición generalista del perfil

Justificación

profesional, definido por las competencias genéricas o transversales y específicas que se relacionan en apartados posteriores de esta Memoria.

Empleabilidad del Ingeniero Químico

Como se indicó en un apartado anterior, el término **ingeniero químico -científico y técnico-** viene acompañado de cierta aureola de sugerente autonomía profesional y cierto estatus social y económico que se puede evaluar perfectamente. De hecho, en EE.UU. es una de las profesiones técnicas más consideradas y mejor remuneradas.

Según los últimos datos publicados por el Instituto para el Desarrollo Económico del Principado de Asturias (IDEPA) en su Flash Sectorial del Sector Químico, la **distribución de empleos directos y empresas del Sector Químico en 2007**, que comprende los subsectores de Industria Química (CNAE 24) y fabricación de productos de caucho y materias plásticas" (CNAE 25), es la que se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 2. Distribución de empleos y empresas del Sector Químico (año 2007).

SUBSECTOR	ESPAÑA		ASTURIAS
	Nº empleos	Nº empresas	Nº empresas
Industria Química	136.979	4.447	54
Fabricación de productos de caucho y materias plásticas	118.207	5.848	52

Según datos publicados en 2009 por el Ministerio de Trabajo del Estado Español, en el año 2008 se tramitaron solicitudes de empleo de 1.611 personas con la titulación de Ingeniero Químico, de las cuales un 79,76 % había desempeñado un empleo con anterioridad y el 20,24 % restante, era, por tanto, de nueva incorporación. Ese mismo año se contrató a un total de 774 personas, ascendiendo el porcentaje de mujeres a un 41,73 %. El número total de contratos formalizados fue de 980, siendo 780 de carácter temporal. En cuanto a la movilidad de los trabajadores, un 25,19 % se desplazó fuera de su provincia para incorporarse al lugar de trabajo. A fecha 31 de diciembre de 2008, se registró un total de 756 demandantes de empleo en este sector. Finalmente, en la tabla adjunta se detallan las ocupaciones con un mayor número de contratos (Fuente: Instituto de Empleo. Servicio Público de Empleo Estatal. Ministerio de Trabajo del Estado Español).

Tabla 3. Profesiones con mayor número de contratos

OCUPACIONES MÁS CONTRATADAS	CONTRATOS (%)	PERSONAS (%)
Ingenieros químicos	11,33	13,82
Otros ingenieros superiores (excepto agropecuarios)	5,2	6,59
Técnicos de seguridad en el trabajo	5,1	5,56
Profesores de enseñanza secundaria	5	5,04
Técnicos en el control de calidad	3,37	4,01
Otros diversos profesionales de la enseñanza	3,27	2,71
Representantes de comercio y técnicos de ventas	2,86	3,36

Químicos	2,76	3,36
Peones de industrias manufactureras	2,76	2,97
Taquígrafos y mecanógrafos	2,65	2,97

El Departamento de Trabajo del Gobierno de los Estados Unidos publica un informe anual donde se detalla la empleabilidad y remuneración por categoría profesional, así como las proyecciones de futuro de cada sector. A continuación, se adjuntan las tablas que permiten comparar la figura del ingeniero químico con el resto de las Ingenierías en la sociedad norteamericana.

En el año 2006, se registraron 1,5 millones de puestos de trabajo asociados al sector Ingenieril, que se distribuyeron por tipo de Ingeniería de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 4. Ocupación de distintos tipos de ingenieros en EE.UU. (2006)

TIPO DE INGENIERO	NÚMERO DE PUESTOS DE TRABAJO ASOCIADOS
Ingenieros aeronáuticos	90.000
Ingenieros agrícolas	3.100
Ingenieros ambientales	54.000
Ingenieros biomédicos	14.000
Ingenieros civiles	256.000
Ingenieros de materiales	22.000
Ingenieros de minas y geológicos, incluyendo ingenieros de seguridad minera	7.100
Ingenieros de seguridad, excepto ingenieros de seguridad minera e inspectores	25.000
Ingenieros eléctricos	153.000
Ingenieros electrónicos, excepto ingenieros informáticos	138.000
Ingenieros industriales	201.000
Ingenieros informáticos (arquitectura de ordenadores)	79.000
Ingenieros mecánicos	227.000
Ingenieros navales y náuticos	9.200
Ingenieros nucleares	15.000
Ingenieros petrolíferos	17.000
Ingenieros químicos	30.000
Otros ingenieros	170.000

La distribución de estos puestos de trabajo por tipo de industria o empleo, se muestra a continuación.

Tabla 5. Distribución porcentual del empleo de ingenierías especializadas en las principales industrias y empleos en EE.UU. (2006).

TIPO DE INGENIERO	TIPO DE INDUSTRIA O EMPLEO	Porcentaje
Ingenieros aeronáuticos	Fabricación de piezas y productos aeroespaciales	49
Ingenieros agrícolas	Producción de alimentos	25
	Arquitectura, Ingeniería y servicios relacionados	15
Ingenieros ambientales	Arquitectura, Ingeniería y servicios relacionados	29
	Gobierno local y estatal	21
Ingenieros biomédicos	Fabricación de material y equipos médicos	20
	Servicios de Investigación y Desarrollo Científicos	20
Ingenieros civiles	Arquitectura, Ingeniería y servicios relacionados	49
Ingenieros de materiales	Fabricación de metales	11
	Fabricación de semiconductores y otros componentes electrónicos	9
Ingenieros de minas y geológicos, incluyendo ingenieros de seguridad minera	Minería	58
Ingenieros de seguridad, excepto ingenieros de seguridad minera e inspectores	Gobierno local y estatal	10
Ingenieros eléctricos	Arquitectura, Ingeniería y servicios relacionados	21
Ingenieros electrónicos, excepto ingenieros informáticos	Fabricación de productos electrónicos y ordenadores	26
	Telecomunicaciones	15
Ingenieros industriales	Fabricación de vehículos	18
	Fabricación de maquinaria	8
Ingenieros informáticos (arquitectura de ordenadores)	Fabricación de productos electrónicos y ordenadores	41
	Diseño de sistemas de computación y servicios relacionados	19
Ingenieros mecánicos	Arquitectura, Ingeniería y servicios relacionados	22
	Fabricación de vehículos	14
Ingenieros navales y náuticos	Arquitectura, Ingeniería y servicios relacionados	29
Ingenieros nucleares	Investigación y desarrollo en Ciencias Físicas, Ingeniería y Biología	30
Ingenieros petrolíferos	Extracción de gas natural y petróleo	43
Ingenieros químicos	Industria Química	29

	Arquitectura, Ingeniería y servicios relacionados	15
--	---	----

Las proyecciones de empleo de las distintas Ingenierías para el año 2016 se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 6. Predicciones de empleo de la Nacional Employment Matriz de EE.UU. (2006-2016).

TIPO DE INGENIERO	NÚMERO DE PUESTOS DE TRABAJO ASOCIADOS, 2006	NÚMERO DE PUESTOS DE TRABAJO ASOCIADOS, 2016	INCREMENTO 2006-2016	
			Nº de puestos	Porcentaje
Todos	1.512.000	1.671.000	159.000	11
Ingenieros aeronáuticos	90.000	99.000	9.000	10
Ingenieros agrícolas	3.100	3.400	300	9
Ingenieros ambientales	54.000	68.000	14.000	25
Ingenieros biomédicos	14.000	17.000	3.000	21
Ingenieros civiles	256.000	302.000	46.000	18
Ingenieros de materiales	22.000	22.900	22.000	4
Ingenieros de minas y geológicos, incluyendo ingenieros de seguridad minera	7.100	7.800	700	10
Ingenieros petrolíferos	17.000	18.000	1.000	5
Ingenieros de seguridad, excepto ingenieros de seguridad minera e inspectores	25.000	28.000	3.000	10
Ingenieros eléctricos	153.000	163.000	10.000	6
Ingenieros electrónicos, excepto ingenieros informáticos	138.000	143.000	5.000	4
Ingenieros industriales	201.000	242.000	41.000	20
Ingenieros informáticos (arquitectura de ordenadores)	79.000	82.600	3.600	5
Ingenieros mecánicos	226.000	235.000	9.000	4
Ingenieros navales y náuticos	9.200	10.200	1.000	11
Ingenieros nucleares	15.000	16.000	1.000	7
Ingenieros químicos	30.000	33.000	3.000	10
Otros ingenieros	170.000	180.000	10.000	6

Los datos de esta tabla son valores medios. Véase la discusión sobre la tabla de previsiones de empleo en el *Handbook on Occupational Information –Introductory Chapter-*

La distribución de salarios por tipo de Ingeniería se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 7. Distribución de salarios por tipos de ingeniería en EE.UU. (mayo 2006).

Especialidad	Inferior (10 %)	Inferior (25 %)	Medio	Superior (25 %)	Superior (10 %)
Ingenieros aeroespaciales	59.610	71.360	87.610	106.450	124.550
Ingenieros agrónomos	42.390	53.040	66.030	80.370	96.270
Ingenieros biomédicos	44.930	56.420	73.930	93.420	116.330
Ingenieros químicos	50.060	62.410	78.860	98.100	118.670
Ingenieros civiles	44.810	54.520	68.600	86.260	104.420
Ingenieros de <i>hardware</i> computacional	53.910	69.500	88.470	111.030	135.260
Ingenieros eléctricos	49.120	60.640	75.930	94.050	115.240
Ingenieros electrónicos (no de ordenadores)	52.050	64.440	81.050	99.630	119.900
Ingenieros de medio ambiente	43.180	54.150	69.940	88.480	106.230
Ingenieros de seguridad y salud (excepto ingenieros de seguridad en minas e inspectores)	41.050	51.630	62.290	83.240	100.160
Ingenieros industriales	44.790	55.060	68.620	84.850	100.980
Ingenieros de la marina y arquitectos navales	45.200	56.280	72.990	90.790	113.320
Ingenieros de materiales	46.120	57.850	73.990	92.210	112.140
Ingenieros mecánicos	45.170	55.420	69.850	87.550	104.900
Ingenieros de minas y geológicos, incluyendo ingenieros de seguridad en minas	42.040	54.390	72.160	94.110	128.410
Ingenieros nucleares	65.220	77.920	90.220	105.710	124.510
Ingenieros de la industria del petróleo	57.960	75.880	98.380	123.130	145.600
Resto de ingenieros	46.080	62.710	81.660	100.320	120.610

Finalmente, en la siguiente tabla se muestran los datos relativos al salario promedio por ingeniería y grado.

Tabla 8. Salario medio inicial por tipo de Ingeniería en EE.UU. (mayo 2006).

Curriculum de Ingeniería	Grado (\$)	Máster (\$)	Doctorado (\$)
Aeroespacial, aeronáutica y astronáutica	53.408	62.459	73.814
Agronómica	49.764	-	-
Arquitectura	48.664	-	-
Bioingeniería y biomedicina	51.356	59.240	-
Química	59.361	68.561	73.667
Civil (caminos, canales y puertos)	48.509	48.280	62.275
Computacional	56.201	60.000	92.500
Eléctricas, electrónica y comunicaciones	55.292	66.309	75.982
Medio ambiente y seguridad medio ambiental	47.960	-	-
Industrial/producción	55.067	64.759	77.364
Materiales	56.233	-	-
Mecánica	54.128	62.798	72.763
Minas y minerales	54.381	-	-
Nuclear	56.587	59.167	-
Petróleo	60.718	57.000	-

Fuente: *Nacional Association of Colleges and Employers*

Por último, deberían destacarse otros aspectos que ilustran la necesidad de mantener unos estudios de Ingeniería Química diferenciados. El primero de ellos está relacionado con la empleabilidad de los actuales egresados de la titulación de Ingeniería Química. Los más de 8000 **ingenieros químicos** formados y titulados en España desde 1992 vienen ejerciendo su profesión en condiciones plenamente homologables con el resto de sus colegas de otros países. La no regulación de la profesión y la falta de reconocimiento específico de atribuciones no ha sido cortapisa alguna en un mercado laboral experto y permeable. A pesar del vacío legal en cuanto al reconocimiento de sus atribuciones, esto no ha impedido que esta titulación se encuentre entre las de mayor tasa de empleo de la Universidad de Oviedo, en la mayor parte de los casos, en el ámbito de la industria química, tanto a nivel regional, como nacional e internacional. Debe asimismo considerarse, que el profesorado competente para la docencia de las asignaturas de Ingeniería Química tanto en la titulación que se propone, como en la de Ingeniero Industrial Químico, se ha formado en el contexto de los antecesores directos de la titulación que se propone, realizando su actividad investigadora en la Facultad de Química de la Universidad de Oviedo.

I+D+i en el ámbito de la Ingeniería Química

Según datos publicados en noviembre de 2009 por la Federación Empresarial de la Industria Química Española (FEIQUE), en su Radiografía del Sector Químico, el volumen de negocio de la Industria Química mundial se situó por encima de los 2,4 billones de euros, lo que representa un incremento superior al 40 %

Justificación

en los últimos diez años. Por países, Estados Unidos de Norteamérica es el líder mundial, seguido por China y Japón. Alemania es el cuarto productor, Gran Bretaña el quinto y Francia el sexto mundial. Por continentes, Europa genera así más de un tercio del negocio mundial (la UE casi un tercio), y Asia, gracias a China y Japón, ocupa un segundo lugar, casi igualada a Europa, mientras que Norteamérica (NAFTA) acumula un poco más de una cuarta parte gracias al peso de EE.UU.

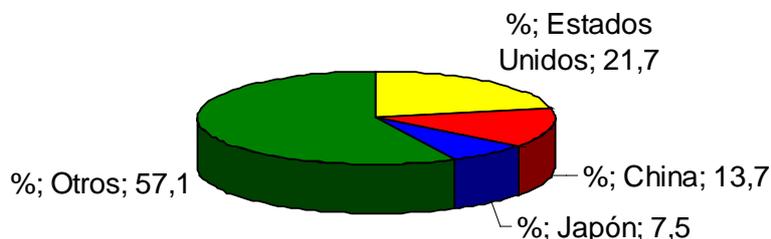


Fig.3. Volumen de negocio de la Industria Química por países (2007).

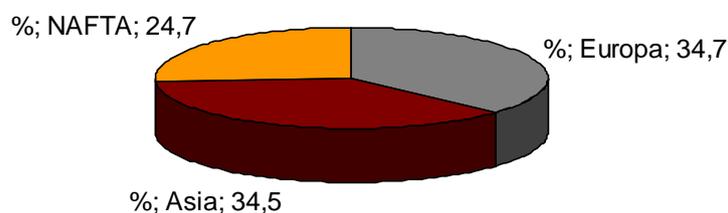


Fig.4. Volumen de negocio de la Industria Química por áreas geográficas (2007).

El volumen de negocio de la industria química europea (UE-27) se situó en los 740.000 millones de euros. La Industria Química de la UE acumula el 54 % de las exportaciones y el 47 % de las importaciones, lo que le confiere el puesto de mercado líder en transacciones. Sólo Alemania, cuarto productor como se ha indicado, ocupa también la cuarta parte del negocio químico de la UE. Francia, en cambio, ocupa aquí un segundo lugar, seguido de Italia y Reino Unido. España es el quinto productor europeo. Entre estos cinco países acumulan el 72 % del volumen de negocio químico de la UE.

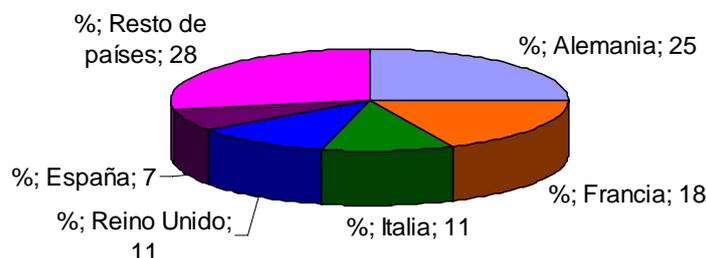


Fig.5. La Industria Química en la Unión Europea (2007).

Según datos recientes, la Industria Química española da lugar a un volumen de ventas de 50.190 millones de euros, un 10 % del producto industrial bruto, a la par que un 10 % del total del negocio industrial español, superior al medio billón de euros. Aunque la división por sectores sea convencional, ya que muchos de ellos no dejan de ser actividades químicas vinculadas a la finalidad alimentaria o metalúrgica, el sector químico es el cuarto, tras alimentación, bebidas y tabaco, metalurgia y derivados y material de transporte, por lo que se

consolida durante las últimas dos décadas como uno de los pilares estructurales de la economía nacional. Los polos de Tarragona y Huelva son los núcleos de mayor envergadura, siguiendo Barcelona, Puertollano, Asturias, Cantabria, Madrid, Cádiz, Valencia, Castellón, Murcia y Huesca.

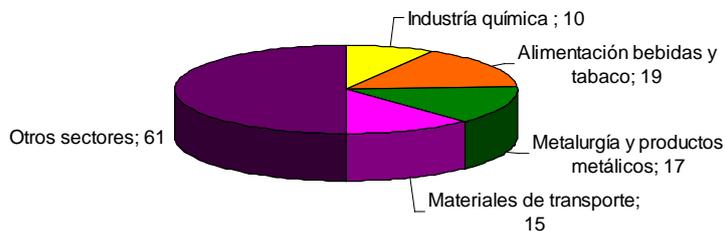


Fig.6. La Industria Química Española por Sectores (2007).

Por subsectores, en 2008, la producción de la Industria Química española se distribuía del siguiente modo:



Fig. 7. Distribución subsectorial de la producción de la Industria Química Española (Fuente: Informe de evolución de la Industria Química española, FEIQUE, año 2009).

En este contexto, el Sector Químico se caracteriza por ser el que ocupa a un mayor número de investigadores en España, con un total de 3.778, es decir, el 21,3 % de los casi 18.000 contratados por la industria. Asimismo, el Sector Químico destaca por su cifra de gasto e inversión en I+D+i, la cual, aunque, en 2007, representó el 24 % del total de inversiones que las empresas industriales realizan en nuestro país, sólo alcanzó los 858.880 euros (Fuente: Informe de evolución de la Industria Química española, FEIQUE, año 2009).

Así pues, los datos revelan que, la **investigación química** en España sigue presentando una marcada desvinculación del sistema productivo, que debe tratar de resolverse poniendo en el mercado titulados con una fuerte capacidad investigadora, lo cual se puede lograr, entre otras acciones, mediante su formación por parte de un profesorado con reconocida excelencia investigadora como el existente, por ejemplo, en la Facultad de Química de la Universidad de Oviedo. En la actualidad, España es un explotador de patentes y de tecnologías foráneas y, por el momento, un aceptable solar para la implantación de multinacionales en las que ni capital ni centros decisorios tienen acento español. La **transferencia de resultados** de investigación al mercado es un talón de Aquiles ya que en España sigue lejos de acercar el esfuerzo financiador a los porcentajes tomados como referencia en países con otro peso industrial.

La UE, aún impelida por la llamada "**estrategia de Lisboa**" destinada a convertir Europa en una **economía basada en el conocimiento**, destina un 1,93 % del PIB a I+D+i en lugar del pretendido 3 % en el "horizonte"

Justificación

cada vez más próximo de 2010. España, aunque con su 1,13 % se hermana o supera ligeramente a sus colegas latinos, está bastante lejos de esas cifras, y más aún del 2,48 de Alemania, del 2,13 de Francia o del 3,5-4,5 % dedicado a estos menesteres por los países escandinavos. Como estimulante contraste, los presupuestos de gestión comunitaria destinados a investigación, principalmente a través del séptimo programa marco (PMVII), rondan el 4 % de los fondos manejados, En cifras más tangibles, si EE.UU. dedica 1.000 euros por habitante y año a I+D+i, Alemania dedica 760, la media europea 470 y España menos de 300. Es obvio que la traducción de determinadas formas de excelencia investigadora potenciadas por la Ley de la Ciencia y por incentivos a la investigación universitaria al mercado productivo, con la consiguiente generación de retornos, no acaba de corregir esta carencia, bien por inercia de los investigadores, bien por falta de visión en la clase empresarial, bien por errores políticos de raíz, bien por un poco de todo ello que es como decir por ineficacia del sistema.

Según la Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE), el **número óptimo de investigadores** de un país con pretensiones de proporcionalidad en la contraprestación científico-tecnológica debería aproximarse al 1 % de la población (la realidad española es del 0,6 %, lejos del 0,8 francés, del 11,2 alemán, del 12,4 sueco o del 16,5 finlandés). Los elementos desincentivadores pueden achacarse a la falta de buenas instalaciones, buenos salarios y adecuado ambiente y aprecio social, condiciones en las que España no es, precisamente, un líder. Muchos de los esfuerzos por la creación de nuevas estructuras en las comunidades autónomas, se saldan con un balance global nulo en cuanto a la creación de masa crítica, ya que suelen nutrirse de efectivos de estructuras preexistentes en trance de descapitalización, como la propia universidad.

La investigación española sigue realizándose en un 60 % de su **producción** en el ámbito universitario, seguido por el CSIC, el 26 % y un 14 % a distribuir entre el resto de organismos, organizaciones y empresas concernidos (entendiéndose estas cifras como solapables dada la coincidencia de esfuerzos en programas conjuntos).

El análisis en **ISI web of knowledge** (2008) de las áreas científicas muestra que entre las diez áreas más productivas de España [que han copado 25 (8 %) de las 300 ayudas del **European Research Council** (ERC)], con un total ligeramente superior a los 18.000 artículos en 2008, **Ingeniería Química** y áreas afines como **Medio Ambiente** y **Ciencia y Tecnología de Alimentos** -dos campos en los que se trabaja en la Universidad de Oviedo- se extienden a través de un 18 %, frente al 10 % ocupado por el núcleo de las áreas científicas clásicas, Física y Química.

Por contraste, el informe de la fundación COTEC no destaca el peso de España en el ámbito Biomédico sino en el Agrícola, Ciencias de la Alimentación, Química, Matemáticas, Estadística y Computación. Sean o no compatibles ambas clasificaciones, el hecho es que España contribuye en este momento con el 3,1 % a la producción científica mundial, vinculándose directamente el incremento de producción al incremento de personal, sin que de ello se pueda deducir un incremento neto de productividad "al peso". Este 3,1 %, analizado de acuerdo con las herramientas cuantitativas antes mencionadas, arroja algunos resultados interesantes referidos a la última década:

- España ocupa el lugar noveno en cuanto a número de documentos y documentos citados, pero desciende un puesto, hasta el lugar décimo, en lo referente a número total de citas.

- En cuanto a volumen de citas medio por publicaciones e índice H (Índice cruzado de Hirsch) España ocupa el puesto doce.
- En lo referente a artículos de impacto inmediato (hot papers), España ocupa también el lugar noveno, pero desciende al décimo primero en artículos sostenidamente más citados en diez años sucesivos.

Eso significa que en España no se hace sólo investigación rutinaria, de reiteración y abundamiento en filones productivos, sino que se mantiene una digna posición en cuanto a producción de documentos de interés, lo que suele suceder preferentemente en la frontera del conocimiento, sin que la ligera caída del índice de Hirsch, común a otros productores de ciencia, demuestre otra cosa.

Pero si se desea obtener una radiografía de estas grandes cifras para tratar de dilucidar **a qué se dedican realmente los investigadores españoles**, ha de acudir a la aplicación desarrollada por el grupo *SCImago* (dedicado al análisis de la producción científica) tomando como referencia la base de datos *Scopus* (de literatura científica sometida a procesos de evaluación crítica entre pares), nos encontramos con que la **Ingeniería Química** es un área puente ligada tanto o más a la **Medicina** que al resto de las Ingenierías (lo que representa un incremento del sesgo hacia el campo de las **Ciencias de la Vida**, ya iniciado hace una veintena de años hacia el ámbito de la **Biología**, debería ser muy tenido en cuenta a la hora de asumir o tratar de corregir vinculaciones sesgadas como las llevadas a cabo en nuestro país en dirección contraria con la presente reforma de las enseñanzas universitarias).

Por su propia naturaleza, la I+D+i en IQ ha superado hace mucho tiempo la antigua y envenenada controversia **entre investigación básica y aplicada** y se decanta más por el concepto ecléctico de **investigación de frontera**. De hecho, en lugar de encontrarse el núcleo productivo en el entorno de las áreas nucleares hace dos décadas -cinética, destilación o control de procesos-, se aprecia un progresivo y significativo desplazamiento hacia campos interdisciplinarios relacionados con la salud, el medio ambiente, los materiales o la energía: biología de sistemas, bioinformática, biomateriales, energía, cambio climático (sic), fluidos complejos, liberación de medicamentos o nanotecnología, por citar los más relevantes.

- **En lo referente al área de Ingeniería Química, España mantiene su posición décimo segunda en cuanto a número de documentos, pero asciende hasta la posición séptima en cuanto a número de citas e índice H.**

Por tanto, la investigación en IQ en España se caracteriza, no sólo por ocupar un lugar destacado, ligeramente inferior en volumen al que ocupa en Química, sino porque el aprecio de estos trabajos la hace ascender en índice H a cotas por encima Canadá, Italia, Suiza o China, lugares que no llegan a ocupar otras ciencias e ingenierías.

El análisis pormenorizado por subcampos es muy significativo **Bioingeniería** H=48, novena posición en su subcampo; **Catálisis** H=60, séptima posición; **Ingeniería Química general** H=67, décimo tercera posición; **Seguridad y salud**, H=16, decimocuarta posición; **Química de superficies y coloides**, H=16, decimocuarta posición; **ingeniería de separaciones SF y FF**, H=27, décimo segunda posición; **Fluidos y procesos de transferencia**, H=27, décimo segunda posición; **Procesos químicos y tecnología**, H= 61, sexta posición. El reto de las enseñanzas tecnológicas en general, y de la IQ en particular es poner en rodaje un caudal sostenido de profesionales de planta y de investigadores, tanto en el sector público como en el privado. Para

Justificación

ello se requiere una cantera de profesionales preparados, con infraestructuras y presupuestos dignos en entornos adecuados donde ser investigador no sea una rareza devaluada y ser investigadora no sea para automaravillarse del exostimo. Transcribiendo del Frontier Research: The European Challenge elaborado por un grupo de alto nivel (HLEG) por encargo de la Comisión Europea, las claves de la excelencia para un país como España han de ser:

- Competir por el **talento**. Llevar el prurito y la naturalidad del éxito deportivo al ámbito de la ciencia y la tecnología preparando una buena cantera de profesionales homologados y viajados (modelo del iceberg), evitando la sangría de la emigración de gente preparada y creando las condiciones para convertirse en receptores de talentos foráneos.
- Incrementar los **recursos** para la investigación, con particular atención a infraestructuras estables.
- Vincular el desarrollo de la **Ciencia** a la **Innovación tecnológica**, acortando los plazos para la transferencia del conocimiento al ámbito productivo.
- Reforzar la excelencia en sectores de vanguardia mediante el concurso de observatorios como **Science Watch**.

Y en el caso particular de la Ingeniería Química ha de abundarse en:

- Necesidad de aumentar la productividad y selectividad de los procesos a través de operaciones inteligentes y control multiescala de los procesos.
- Necesidad de diseñar nuevos equipos basados en los principios básicos que correspondan con nuevos modos de producción.
- Necesidad de concentrarse en la intensificación de procesos combinando múltiples operaciones en aparatos más sencillos, más pequeños, "produciendo mucho más con mucho menos."
- Necesidad de fabricar productos químicos con propiedades funcionales de uso final impuestas.
- Necesidad de desarrollar una Ingeniería Química basada en tecnologías poco contaminantes, innovadoras y sostenibles (*Green Chem Eng* y *3R, recycle, reduce, reuse*).
- Necesidad de nuevas fuentes de energía eficientes, seguras y sostenibles y de sistemas adecuados de almacenaje estable y versátil de la misma.
- Necesidad de resolver los retos de la protección y defensa de la salud y la seguridad.
- Necesidad de disponer de agua como recurso de uso doméstico, lúdico, industrial y de servicios.
- Necesidad de desarrollar los bioprocesos hacia la disponibilidad de alimentos y bebidas de alta calidad y conservabilidad, vinculados a procesos fabriles limpios y seguros.
- Necesidad de orientar la Biotecnología hacia la ingeniería genética como herramienta de fabricación.

- Necesidad de desarrollar nuevos materiales funcionales nanoestructurados y dispositivos para el manejo y almacenamiento de información.
- Necesidad de profundizar en la ingeniería de superficies e interfases con el objeto de desarrollar catalizadores heterogéneos con mejores capacidades y selectividad.
- Necesidad del uso de Ingeniería Química computacional en el modelado de procesos dinámicos multialternativas en escala macroscópica.

Normas reguladoras del ejercicio profesional (sólo profesiones reguladas)

No procede

Referentes externos

Los estudios de Ingeniería Química se imparten en las universidades más prestigiosas del mundo, como las ya citadas MIT, California-Berkeley, Minnesota, Wisconsin, Stanford, Leeds, Newcastle, Cambridge, Manchester, Imperial College of London, Technische Universität München, ETH de Zurich, NTH de Trondheim, ENSIC de Nancy, UPS de Toulouse, Tokio y otras de similar o menor relieve (Fuentes: US News Rank of Chemical Engineering Departments-2009; Guardian League Tables-2008). En nuestro país, 29 de las 73 universidades españolas ofertan los programas de Licenciatura o Grado en Ingeniería Química (<http://www.coddig.es>), todas ellas universidades públicas.

Como consecuencia de una serie de factores tales como cambios ministeriales - en equipos, estructuras y directrices- actuación de grupos de presión, negociación entre bastidores, incertidumbre y, finalmente, precipitación, en el caso de IQ han llegado a prosperar **tres Libros Blancos** de diferente origen, factura, entidad y propósitos: El promovido por los ingenieros químicos (escuelas y facultades que imparten la titulación de 1992), que aspiraban al **Grado** y al **Máster** como conversión de la actual titulación, el promovido por los ingenieros industriales, que pretendía enlazar con la especialidad Química de la Ingeniería Industrial Superior extinta en 1988, desdibujada con el rango de grado intermedio subsumido en un Máster de Ingeniería Industrial, y el libro blanco promovido por los ingenieros técnicos, que centraba sus máximas aspiraciones en un **Grado**, como heredero exclusivo y mejorado de la actual especialidad de Química Industrial.

En el año 2005, la ANECA editó el Libro Blanco del Título de Grado en Ingeniería Química (www.aneca.es) promovido por los ingenieros químicos, enmarcando esta titulación dentro del EEES. En dicho libro, la ANECA propone un modelo para el título de grado en Ingeniería Química de 210 créditos. Además, basándose en estudios sobre la inserción laboral de los titulados, menciona un perfil profesional para los graduados/as en Ingeniería Química relacionado con las actividades profesionales de un ingeniero de producción/ejecución.

El Ministerio ha pospuesto durante meses pronunciarse sobre la **Titulación de Ingeniero Químico** por no estar incluida en el grupo de titulaciones vinculadas a profesiones reguladas. De hecho, junto con la Ingeniería Informática, no fue incluida en los acuerdos sobre títulos que habiliten para profesiones reguladas del ámbito de las 17 Ingenierías e Ingenierías Técnicas aprobadas por el Consejo de Universidades, todavía en mayo de 2008.

Justificación

En vista del caos reinante en escuelas y facultades que impartían la titulación se organizaron (12 de mayo de 2008) como conferencia específica (**CODDIQ**, Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Química) de la que son miembros natos Decanos y Directores de Centros, y miembros asociados los Directores de los Departamentos de IQ que lo desearan, como fue el caso de Oviedo), actuando como grupo de cohesión interna, de tardía "presión" ante el Ministerio y de voluntarista negociación con las otras partes "en litigio".

Su actividad podría calificarse de dinámica y eficaz, ya que el mismo día 27 de mayo lograba introducir una corrección en aspectos referentes a contenidos temáticos de las mencionadas directrices de titulaciones técnicas que podrían ser muy lesivos para la, entonces, futura configuración del Grado y Máster en Ingeniería Química. Posteriormente lograba un **consenso de principios** con las conferencias de Ingenieros Técnicos Industriales (CDTI) e Ingenieros Industriales (CDII) que se rigen por los criterios de los respectivos libros blancos que impulsaron en su momento, estableciendo una serie de **recomendaciones**, también consensuadas, para la elaboración de **Memorias del título oficial** de Grado y Máster. El día 4 de junio de 2008 la Permanente de CODDIQ mantuvo una reunión con el Director General de Universidades referente a la regulación de Grado y Master en IQ, elaborando un **borrador base** para el Ministerio, y el 17 de junio mantuvo una reunión con el Director General de Industria por ser competente en la definición de atribuciones profesionales del ingeniero químico, presentándose también documentación acreditativa de la profesión, prerrequisito para la elaboración de la **Ficha** (directrices propias) del Máster de Ingeniero Químico que habilitaría para su ejercicio.

Según este grupo, la **Ingeniería Química** aspiraba a ser una ingeniería de ciclo completo o superior, análoga a otras ingenierías consolidadas, pudiendo llegar al **Máster** pasando por un **Grado propio**, o tras un **Grado** de carácter nacional, también con competencias profesionales.

El resultado podría calificarse de insatisfactorio en general y de muy desigual en lo particular, habida cuenta del peso que en la configuración de los títulos están teniendo las circunstancias particulares de cada universidad dentro de su comunidad autónoma.

Para la elaboración de la presente Memoria se han seguido las recomendaciones del EUR-ACE Framework Standards for the Accreditation of Engineering Programmes aprobado el 5 de noviembre de 2008, las European Federation of Chemical Engineering (EFCE) Recommendations for Chemical Engineering Education in Bologna Two Cycle Degree System (aprobado en septiembre de 2005), las recomendaciones de la Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Química (CODDIQ) de junio de 2008 y el Proyecto Tuning Educational Structures in Europe de 2003.

La Comisión nombrada por el Decano de la Facultad de Química, que se encargó de realizar la propuesta del Título de Grado en Ingeniería Química, ha consultado esta documentación y atendido a las sugerencias, indicaciones y directrices emanadas de los miembros del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Oviedo, de instituciones empresariales diversas, así como informaciones de colegas presentes en diversos órganos académicos y empresariales.

En este sentido, la Comisión mantuvo diversos contactos con representantes de empresas químicas de ámbito regional e internacional, como son: Bayer (La Felguera), Praxair, Dow Chemicals, Fertiberia. Asimismo, se mantuvieron contactos con egresados de la titulación de Ingeniería Química que están desarrollando su carrera profesional (de gestión o I+D+i) en industrias tales como: DuPont, CAPSA, Procter&Gamble Bélgica, ILAS-Reny Picot, Cristalería Española, Asturias de Zinc, INCAR, ITMA, Lignotech

Ibérica, Acciona Agua, Bayer, Sulzer ChemTech (Ginebra), Met-Mex Peñoles (México), Hospital de la Paz (Madrid), Michelin, Wyeth (Irlanda), Arcelor, Chemastur, Hidroeléctrica del Cantábrico, Ecocat, Repsol, etc. Las opiniones mayoritarias de todos ellos se han recogido, en la medida de lo posible, en la presente Memoria.

Es preciso reseñar que la Ingeniería Química no ha tenido, hasta fecha reciente, sus propios Colegios Profesionales, beneficiándose de la acogida casi siempre generosa de los **Colegios de Químicos**, y las reticencias de los **Colegios de Ingenieros Industriales**. En el momento de redactar esta Memoria existen las siguientes organizaciones: Colegio Oficial de Ingenieros Químicos de la Comunidad Valenciana, Colegio Oficial de Ingenieras e Ingenieros (sic) Químicos de Galicia y, en fecha muy reciente, Colegio Oficial (gestora) de Ingenieros Químicos de Castilla La Mancha. Esta es la razón por la que no se ha podido consultar a los colegios profesionales la información relativa a la nueva estructuración de los estudios de Ingeniería Química..

Descripción de los procedimientos de consulta internos utilizados para la elaboración del plan de estudios

El 29 de noviembre de 2007 se aprobó el documento **Metodología para la transformación y ordenación de las enseñanzas oficiales** por el Consejo de Gobierno de nuestra Universidad, con el objetivo de establecer, entre otras, las bases para la adaptación de los actuales títulos de primer y segundo ciclos al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) tal como se define en el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre.

Para ello se establecía la formación de seis grupos de trabajo para las diferentes ramas de conocimiento que se recogían en el mencionado RD 1393/2007, que quedaron constituidos por los Decanos, Directores de Centro y Departamento de los ámbitos correspondientes y presididos por el Vicerrector de Convergencia Europea, Postgrado y Títulos Propios (actualmente la Vicerrectora de Ordenación Académica y Nuevas Titulaciones tras la remodelación del Equipo Rectoral de mayo de 2008).

Entre las tareas previstas para estos grupos figuraba la posibilidad de establecer un marco común sobre las líneas generales de los planes de estudio y una propuesta sobre implantación de títulos adaptados a la nueva normativa como transformación de los actuales.

A estos efectos se desarrollaron reuniones con cada uno de los grupos de trabajo para marcar las pautas generales para la organización de los estudios dentro de este proceso de transformación. En estas reuniones se presentó un documento que recogía en gran medida las conclusiones del **Informe sobre organización de los nuevos títulos universitarios oficiales**, de 2 de mayo de 2008, elaborado por la Universidad de Oviedo, que se sometió a debate y aprobación por cada uno de los grupos de trabajo.

El 23 de julio de 2008 se aprobaron en el Consejo de Gobierno de nuestra universidad la **Normativa general para la organización de los estudios de Grado en el proceso de transformación de las titulaciones actuales al EEES**, la relación de titulaciones autorizadas a iniciar los trámites reglamentarios para su transformación y el cronograma de elaboración de dichos planes de estudio. Quedaron así establecidas las normas de aplicación general para el diseño de los nuevos grados en la Universidad de Oviedo.

Justificación

Como se ha reseñado, la Ingeniería Química en España tuvo un primer período de existencia como titulación independiente, y con atribuciones, entre los años 1850-1855. Cabe remarcar en esta Memoria que la aparición del título homologable de **Ingeniero Químico** en la Universidad pública de España tiene lugar 140 años después de esta primera desaparición, por R.D. 923/92 de 17 de julio, como una **titulación independiente** -aunque, como se ha indicado, sin atribuciones por razón de fechas (Anexo I del Real Decreto 1665/1991 de octubre de 1991, en el que se redefinían las profesiones reguladas en España)- y 157 años después volvía a ser asimilada por las ingenierías industriales. De nuevo, la Ingeniería Química ha visto cercenada su autonomía de corto recorrido y **reconducida de nuevo al ámbito de las Ingenierías Industriales**, en perjuicio, si se quiere abundar en el sesgo, de su otro progenitor, la *Química*, de donde ha recibido una importante carga de rigor científico. Se vincula así el nuevo Grado a una profesión técnica con una tradición y unos objetivos en su ejercicio muy distintos, como es la *Ingeniería Técnica Industrial*. En efecto, una de las especialidades de la Ingeniería Técnica Industrial ha sido la *Química Industrial*, ajena al espíritu de la Ingeniería Química tanto por la estructura como por el nivel de las enseñanzas, particularmente en las Universidades en las que los Departamentos de Ingeniería Química no se han implicado (año 2000) en sus enseñanzas, donde ha sido una Metalurgia o una mera Química Industrial en el sentido de los años cincuenta y sesenta.

En este contexto, los procedimientos de consulta internos utilizados en el proceso de elaboración del Plan de Estudios de la Ingeniería Química son los mismos que han seguido el resto de las Ingenierías de la Universidad de Oviedo, todas ellas incluidas en la rama de Ingeniería y Arquitectura. Así pues, se constituyó en nuestra Universidad la Comisión de Enseñanzas Técnicas, compuesta por todos los Decanos y Directores de Centros y Departamentos implicados en la impartición de enseñanzas técnicas en la Universidad de Oviedo, y presidida por la Vicerrectora de Ordenación Académica y Nuevas Titulaciones. En esta Comisión se establecieron las condiciones que debían cumplir las estructuras de los diferentes Grados, entre las que cabe destacar la homogeneidad del módulo de Formación Básica y del Módulo Común a las Ramas de Ingeniería. Así, se logró el acuerdo de que todos los estudios de Grado en Ingeniería de la Universidad de Oviedo tuviesen, al menos, 30 ECTS comunes, los correspondientes a 5 asignaturas de formación básica: Álgebra Lineal, Cálculo, Fundamentos de Informática, Ondas y Electromagnetismo y Empresa. Otro de los acuerdos alcanzados fue que en la Universidad de Oviedo se elaborarían dos Memorias en el ámbito de la Ingeniería Química: una de marcado perfil industrial y otra de marcado perfil químico. La primera corresponde al título de Ingeniero Industrial Químico con atribuciones para el desempeño de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial Químico y elaborada por los centros Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Gijón y Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Gijón. La Memoria de marcado perfil químico corresponde al título de Ingeniero Químico, sin atribuciones profesionales, elaborada por la Facultad de Química, centro en el que se ha impartido la titulación de Ingeniería Química en nuestra Universidad desde su implantación. Por último, el Vicerrectorado de Ordenación Académica y Nuevas Titulaciones estableció que ambas Memorias deberían diferenciarse en, al menos, un 40 % de sus contenidos.

Con estas premisas y condicionamientos, la Comisión de Calidad de la titulación de Ingeniería Química, que venía actuando en la Facultad como delegada de la Comisión de Gobierno desde el curso 2005-2006, se constituyó en Comisión para la elaboración de un borrador de la propuesta de Título de Grado en Ingeniería

Química. Dicha Comisión, estuvo presidida por el Decano José Manuel Fernández Colinas y compuesta por los siguientes miembros:

Miembro de la Comisión	En representación de
Olvido Iglesias Huelga	Área de Ingeniería Química
Antonio Gutiérrez Lavín	Área de Ingeniería Química
Ricardo Álvarez Fernández	Área de Ingeniería Química
Carlos González Sánchez	Área de Ingeniería Química

En la actualidad, se han unificado las tareas de calidad del Centro en la Comisión de Calidad de la Facultad de Química, integrada por: el Decano que la preside; un miembro del PAS del Centro que actúa como secretario; dos vocales por cada una de las áreas de conocimiento que integran los departamentos con sede en la Facultad (Ingeniería Química, Química Analítica, Química Física, Química Inorgánica y Química Orgánica), el Decano contabiliza como uno de los vocales del área a la que pertenezca; tres representantes de los estudiantes miembros de la Junta de Facultad; un representante de las asociaciones profesionales, Colegio Oficial de Químicos de Asturias y León y Asociación de Químicos del Principado de Asturias; un representante de la Unidad Técnica de Calidad del Vicerrectorado con competencias en calidad.

Miembros del resto de áreas participantes en el Grado fueron consultados a la hora de elaborar las fichas de las materias que les concernían. El trabajo realizado por la Comisión fue gradualmente conocido por los integrantes del Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente de la Universidad de Oviedo (responsable mayoritario de la docencia en la titulación que se imparte en la actualidad), que en reuniones específicas fueron informados de los pasos que se iban dando y a los que se les solicitó sugerencias que mejoraran la propuesta realizada.

Una vez elaborada la Memoria, y siguiendo el cronograma de elaboración de planes de estudio diseñado por el Vicerrectorado de Ordenación Académica y Nuevas Titulaciones, la aprobación del Título de Grado en Ingeniería Química por la Universidad de Oviedo siguió los siguientes trámites (se indica entre paréntesis la fecha de tramitación):

- Revisión de la estructura del Plan de Estudios por parte de la Comisión de Enseñanzas Técnicas de la Universidad de Oviedo (13-11-2009)
- Evaluación y aprobación por las Juntas de Centro (26-11-2009).
- Informe por parte de la Comisión Académica del Consejo de Gobierno (27-11-2009).
- Aprobación por el Consejo de Gobierno (30-11-2009).
- Aprobación por el Consejo Social (4-12-2009).
- La memoria cuenta con el informe favorable de la Comunidad Autónoma.

Descripción de los procedimientos de consulta externos utilizados para la elaboración del plan de estudios

Con el fin de recibir asesoramiento externo, la Comisión estableció contacto, vía correo electrónico y personal, con profesionales de la Ingeniería Química que desarrollan sus tareas profesionales en diferentes

Justificación

empresas del sector químico (que se relacionaron anteriormente en este documento). De la reunión surgieron interesantes sugerencias que fueron incorporadas en diferentes capítulos de la presente Memoria

Objetivos

El objetivo de la Titulación es preparar para su incorporación al mercado de trabajo Ingenieros Químicos homologados internacionalmente, capaces, éticamente responsables y científica y técnicamente bien preparados, para hacer frente con suficiencia a los retos del siglo XXI en su campo de especialidad. Estos profesionales deben ser capaces de dar respuesta a problemas reales de la sociedad, diseñando operaciones y procesos que permitan la realización de transformaciones materiales de forma eficaz, segura, con rendimiento económico y sin provocar un negativo impacto ambiental.

El Libro Blanco “*Título de Grado en Ingeniería Química*” (ANECA, 2005) establece como objetivo general del Grado en Ingeniería Química la formación de profesionales capaces de aplicar el método científico y los principios ingenieriles a la formulación y resolución de problemas complejos relacionados con el diseño de productos y procesos en los que la materia experimenta cambios de morfología, composición o contenido energético. De igual modo, debe estar capacitado para realizar actividades relacionadas con la concepción, el cálculo, el diseño, el análisis, la construcción, puesta en marcha y operación de equipos e instalaciones industriales, en términos de calidad, seguridad, economía, uso racional y eficiente de los recursos naturales y conservación del medio ambiente.

El objetivo del Programa formativo que se propone es la formación de graduados con suficientes habilidades técnicas y de gestión para permitirle diseñar, instalar, poner en operación, hacer funcionar y controlar los equipos e instalaciones donde las materias cambien de estado físico, químico o energético. En resumen, es un objetivo también general del Grado la adquisición de conocimientos que le capaciten para realizar investigación –invención- innovación y desarrollo, utilizando ciencia y tecnología para llevar a cabo las transformaciones citadas, y calculando los costes y rendimientos económicos de los procesos, en entornos con frecuencia poco definidos y difíciles de evaluar. Para ello, el Programa Formativo ha de permitirle la adquisición de conocimientos Fundamentales (Matemáticas, Física, Química Pura y Aplicada), Básicos (Informática, Ingeniería, Expresión Gráfica), Tecnológicos (Operaciones básicas y de proceso, Ingeniería de las Reacciones Químicas, Control, Medio Ambiente, Seguridad).

Estos objetivos garantizarán que los graduados y graduadas en Ingeniería Química adquieran las competencias básicas que se recogen en el Marco Europeo de Cualificaciones para la Educación Superior (descriptores de Dublín), punto de partida a partir del cual se establecen las competencias básicas que los estudiantes deben adquirir durante sus estudios (R.D. 1393/2007). Así, los graduados del Grado en Ingeniería Química propuesto han de ser capaces de:

CB-1: Poseer y comprender conocimientos en Ingeniería Química a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de la Ingeniería Química.

CB-2: Aplicar los conocimientos de Ingeniería Química a su trabajo o vocación de una forma profesional y poseer las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de la Ingeniería Química.

CB-3: Reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de la Ingeniería Química, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas de índole social, científica o ética.

CB-4: Transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito de la Ingeniería Química a un público tanto especializado como no especializado.

CB-5: Desarrollar aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en Ingeniería Química con un alto grado de autonomía.

Al tratarse de una titulación joven en plena redefinición, resulta congruente afirmar que se pretende **hacer mejor** lo mismo que se venía haciendo hasta ahora. Por este motivo se considera irrenunciable que los estudios de Ingeniería Química se muestren desde **etapas tempranas de la formación** con toda la motivación profesional y toda la coherencia de la Ingeniería Química, cuyas bases científicas y técnicas, hoy bien establecidas, se asientan sobre conocimientos de Matemáticas, Química, Física y Termodinámica. Estos conocimientos permitieron la elaboración de un cuerpo de doctrina propio, con vocación de aplicación de estas bases en el estudio, modelización y desarrollo de procesos químicos a escala industrial.

Por otra parte, los graduados de esta Titulación habrán sido formados para realizar su trabajo teniendo en cuenta, de forma básica:

- Los Derechos Humanos y derechos fundamentales establecidos en la Constitución.
- Los principios de igualdad de oportunidades y derechos entre hombres y mujeres.
- Los principios de igualdad de oportunidades y la accesibilidad universal de personas con discapacidad.
- El respeto al Medio Ambiente y la protección de la seguridad y salud de trabajadores y usuarios.
- La cooperación para el desarrollo socioeconómico de los pueblos.
- Los valores propios de la cultura de la paz y de fomento de los valores democráticos así como el reconocimiento de la diversidad y de la multiculturalidad.

Justificación de las competencias

En base a las propuestas del “Libro Blanco” (ANECA-2005)), EUR-ACE Framework Standards for the Accreditation of Engineering Programmes, European Federation of Chemical Engineering (EFCE), la Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Química (CODDIQ) de junio de 2008, el Proyecto Tuning Educational Structures in Europe de 2003, se han establecido las competencias generales (CG) que adquirirán los estudiantes tras completar el período formativo. Estas competencias generales incluyen aspectos *instrumentales* (i): habilidades cognoscitivas, metodológicas, tecnológicas y lingüísticas; *personales* (p): interacción del estudiante y cooperación con su ámbito social, facilidad para una actuación crítica y autocrítica; *sistémicas* (s): habilidad de visión y análisis de realidad global y multidimensional.

Las competencias específicas incluyen las competencias *académicas* (a), derivadas del ámbito docente en el campo de la Ingeniería Química, las *disciplinares* (d), relacionadas con los conocimientos tecnológicos de apoyo a las competencias *profesionales* y éstas últimas, (p), que se corresponden con el saber hacer, capacidad de desarrollar acciones aplicadas a un ámbito profesional.