

## Vicerrectorado de Ordenación Académica

# DOCTORADO EN INGENIERÍA QUÍMICA, DE LA ENERGÍA Y DE PROCESOS

(Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado).

### Contexto del Título

#### Programas de procedencia. Criterios de calidad.

El Programa de Doctorado en "Ingeniería Química, de la Energía y de Procesos" que se somete al proceso de verificación surge como consecuencia de la adaptación del actual Programa de Doctorado en "Ingeniería Química y de Procesos" (RD 1393/2007) al RD 99/2011. Tiene su origen en el programa de doctorado "Ingeniería Química", desarrollado desde el curso 1992/93 en la Universidad de Cantabria, que fue incluido en 2005 en el Programa Oficial de Posgrado "Ingeniería Química y de Procesos" (RD 56/2005) y posteriormente fue verificado para su adaptación al Real Decreto 1393/2007. Este doctorado ha sido distinguido con la Mención de Calidad (código MCD2003-00608), desde 2003, auditada y validada hasta 2010.

El Programa de Doctorado en "Ingeniería Química y de Procesos" (RD 1393/2007) ha recibido verificación positiva por resolución del Consejo de Coordinación Universitaria de 5 de octubre de 2009 y conduce al título registrado en el RUCT con el número 5311209. Este doctorado ha sido distinguido con la Mención hacia la Excelencia (MEE2011-0031), con un periodo de validez de la Mención hacia la Excelencia para los cursos de 2011/2012 a 2013/2014. La Comisión de Evaluación de ANECA le asignó una puntuación de 88 puntos.

En cuanto a los criterios de calidad del programa de procedencia, la ANECA destacó como excelente el rendimiento científico en forma de publicaciones a partir de las tesis doctorales defendidas en el programa de doctorado en el período evaluado de seis años (2004-2009). La ANECA también consideró notable el alto rendimiento en tesis doctorales defendidas en relación, por un lado, con el número total de profesores e investigadores que han dirigido tesis doctorales leídas en el programa en dicho periodo y por otro, con el número de estudiantes que tienen inscrita la tesis doctoral, y la financiación global obtenida. Así mismo, el historial investigador de los profesores e investigadores que han dirigido tesis doctorales leídas en el programa de doctorado en los últimos 5 años (ver apartado 6 y anexo equipos), se consideró excelente. La mayor parte de las publicaciones derivadas de las tesis doctorales se sitúan en el primer cuartil de las respectivas especialidades.

Como resumen de los datos alcanzados en el programa de doctorado, que se detallan en el apartado 8 de esta memoria, en los 5 años precedentes se han presentado 21 tesis doctorales, habiendo participado 12 profesores en la dirección de tesis. El número total de alumnos matriculados ha sido de 50, siendo 23 de ellos los que han obtenido becas para estudios de doctorado de convocatorias competitivas. Las tesis presentadas dentro del programa de doctorado en "Ingeniería Química y de Procesos" han contrastado la calidad de su contribución al conocimiento a través de publicaciones referenciadas a nivel internacional, como se detalla ampliamente en el anexo de esta memoria. La media de publicaciones en revistas científicas indexadas (JCR) es de 4,4 publicaciones/tesis.

La etapa formativa se desarrolla en el Máster Universitario en Ingeniería Química "Producción y Consumo Sostenible" de la Universidad de Cantabria (60 créditos) que fue implantado en el curso 2007/2008 y se ha impartido durante 6 ediciones. Este Máster ha sido verificado para su adaptación al Real Decreto 1393/2007, recibiendo verificación positiva por resolución del Consejo de Coordinación Universitaria de 5 de julio de 2009 (RUCT: 4311095).

#### Estructura orgánica del nuevo Programa de Doctorado. Integración en una Escuela de Doctorado:

El Programa de Doctorado en "Ingeniería Química, de la Energía y de Procesos" se estructura en base a dos órganos de decisión y control:

- La Escuela de Doctorado de la Universidad De Cantabria,
- La Comisión Académica del Programa De Doctorado.

Se contempla además un órgano de carácter asesor:

- El Comité de Expertos del Programa de Doctorado.

El Programa de Doctorado en "Ingeniería Química, de la Energía y de Procesos" adaptado al RD 99/2011 que ahora se somete al proceso de verificación está integrado en la Escuela de Doctorado de la Universidad de Cantabria (EDUC, <http://www.unican.es/Centros/Escuela-de-Doctorado/>). La puesta en marcha de la EDUC ha tenido lugar con la publicación en el BOC del Decreto 154/2011, de 22 de septiembre, por el que se autoriza la creación de la Escuela de Doctorado de la Universidad de Cantabria en el Campus de las Llamas (Santander), y su inscripción en el Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT). El 12 de diciembre de 2011, la EDUC constituyó su Comité de Dirección. Se trata del órgano colegiado de gobierno ordinario de la EDUC y tiene encomendadas las funciones relativas a la organización y gestión de la Escuela, en particular en lo que concierne a los programas de doctorado de la UC, la formación transversal y actividades de formación de los doctorandos, así como la política de colaboración con otras entidades.

En el Reglamento de Régimen Interno de la EDUC, capítulo 3, se establece que la EDUC tendrá un Comité Asesor Internacional constituido por miembros de prestigio reconocido en las cinco ramas de conocimiento y/o en aspectos de transferencia tecnológica. El Comité Asesor Internacional de la EDUC realizará una evaluación anual de las actividades académicas y las líneas de actuación de la Escuela, así como cuantos informes puntuales le sean requeridos por el Comité de Dirección.

El Programa de Doctorado en Ingeniería Química, de la Energía y de Procesos dispondrá de una Comisión Académica con las características que establecen tanto el artículo 8.3 del RD 99/2011 como el Reglamento de Régimen Interno de la EDUC en su artículo 27. La Comisión Académica del Programa estará compuesta al menos por un miembro de cada una de las líneas de investigación de programa y estará presidida por el coordinador del Programa.

El Comité de Expertos del Programa de Doctorado se constituirá durante los meses de inicio del programa de doctorado doctorado, siempre que haya sido verificado y se hayan cumplido todos los trámites para su aprobación y puesta en marcha. La existencia de este Comité de Expertos respalda y propicia la participación en el programa de otras instituciones. Este Comité ejercerá funciones específicas relacionadas con el asesoramiento a la Comisión Académica del Programa de Doctorado y la verificación del buen ejercicio en las labores de la formación de doctores pero también podrá servir de apoyo para fomentar la participación de otras instituciones en el programa.

## Vicerrectorado de Ordenación Académica

### Coherencia con las líneas de investigación:

Los objetivos generales del programa de doctorado son articular el nivel 8 de formación (ISCED) para la creación de nuevo conocimiento (investigación) y el fomentar las habilidades de desarrollo e innovación mediante el conocimiento en Ingeniería Química y de la Energía (ISCED código 52) y específicamente en procesos químicos.

La denominación del Programa "Ingeniería Química, de la Energía y de Procesos" es coherente con las líneas de investigación en las que se sustenta:

- Línea 1. Ingeniería de procesos y de la energía. Análisis de ciclo de vida.
- Línea 2. Tecnologías innovadoras con criterios de sostenibilidad.
- Línea 3. Sostenibilidad ambiental.
- Línea 4. Análisis de ciclo de vida de procesos y productos.
- Línea 5. Corrosión en equipos e instalaciones.
- Línea 6. Tecnologías para la captura de CO<sub>2</sub>.
- Línea 7. Desarrollo de procesos para la valorización de CO<sub>2</sub>.
- Línea 8. Separación con membranas bajo gradiente eléctrico. Aplicación a la separación de proteínas y compuestos persistentes.
- Línea 9. Separación con membranas funcionalizadas. Aplicación a la separación de gases y pilas de combustible.
- Línea 10. Impulso de las nanotecnologías a los procesos de separación. Aplicaciones de las nanopartículas magnéticas funcionalizadas.
- Línea 11. Tecnologías de oxidación avanzada.
- Línea 12. Desarrollo de procesos innovadores en producción agroalimentaria e ingeniería biomédica.
- Línea 13. Eco-innovación y producción limpia.

En el futuro, se podrán añadir otras líneas de investigación en materias afines, en función de la incorporación de nuevos profesores/investigadores al Programa de Doctorado.

### Análisis de la demanda social:

La industria química ha sido uno de los pilares en los que se ha fundamentado el desarrollo socioeconómico de Cantabria. Como ejemplos más relevantes, basta decir que existen plantas de fabricación de Solvay, Sniace, Azsa y Moehs en las inmediaciones de Torrelavega; Dynasol (antigua Repsol Química) y Columbian Carbon en la Bahía de Santander, Derivados del Flúor y Ashland Chemical en la zona oriental de Cantabria. La industria química en Cantabria supone el 10% de la cifra de negocio total de la región, alcanzando un peso del 8% en las exportaciones. Analizando los resultados desde el inicio del programa (1992/93) los Vicerrectorado de Ordenación Académica egresados de nuestro programa desempeñan su actividad profesional tanto en empresas para producción de bienes y servicios como en organismos públicos en los ámbitos de la administración, la enseñanza superior y la investigación. A modo de ejemplo se pueden citar las empresas de la región que han contratado doctores egresados del programa en los últimos 5 años: Lignotech Iberia, Vila Electroquímica S.A., Columbian Carbon Spain S.L., Solvay Química, Lunagua, Apria Systems, MARE (Medio Ambiente, Agua, Residuos y Energía de Cantabria, S.A.), como así también organismos de la administración como la Dirección General de Medio Ambiente del Gobierno de Cantabria, como resultado de la valoración de las competencias adquiridas durante el período de formación. A pesar de la buena acogida en la Comunidad Autónoma de Cantabria, parte de nuestros egresados desempeñan su actividad profesional en empresas internacionales como PDVSA (Petróleos de Venezuela S.A.), Solvay Química, Adamant Technologies SA, Justesa Imagen S.A., y otros egresados desarrollan su actividad académica e investigadora en instituciones extranjeras como la Katholieke Universiteit Leuven (Bélgica), RWTH Aachen University (Alemania), Universidad Industrial de Santander (Colombia), Universidad Autónoma de San Luis Potosí (México), Universidad Nacional de Misiones (Argentina), Universidad Zamorano (Honduras), etc. Finalmente, varios egresados han desarrollado una faceta emprendedora, como socios fundadores de las empresas de base tecnológica APRIA Systems y ABIAL Tecnología e Innovación.

### Carácter internacional del programa de doctorado:

Hay varios aspectos que ponen en evidencia el carácter internacional del programa de doctorado, como son: 1) el alto porcentaje de tesis con mención de doctorado internacional, 2) la colaboración de los grupos participantes en este programa con prestigiosos grupos internacionales, 3) la participación de profesores internacionales invitados para impartir cursos y seminarios, y 4) la participación de profesores internacionales en los tribunales de tesis doctorales. Cabe destacar la participación como miembro del Comité Asesor del Dr. Ignacio Grossmann, Professor of Chemical Engineering en Carnegie Mellon University (Pittsburgh, USA). El Dr. Grossmann es director del "Center for Advanced Process Decision-making", es miembro de la National Academy of Engineering (USA) y es considerado a nivel internacional como uno de los mayores especialistas en ingeniería de procesos.

Los grupos de investigación que participan en el programa de doctorado promueven activamente la realización de estancias en el extranjero por parte de los doctorandos para alcanzar la Mención de Doctorado Internacional. Desde la concesión de la Mención de Calidad (MCD2003-00608) en el curso 2003/04 hasta la actualidad ha tenido lugar la lectura de 30 tesis doctorales. De ellas, 17 han recibido la Mención de Doctorado Europeo (actualmente Mención de Doctorado Internacional), es decir un 56,7 %. Sin embargo, si se analizan únicamente los últimos 5 años ese porcentaje se eleva hasta el 71,4 %, dejando clara la tendencia creciente y la apuesta decidida para la internacionalización del Programa.

También en relación al carácter internacional del programa de doctorado, cabe destacar el uso habitual del inglés en diversas actividades. El inglés es la herramienta habitual para los doctorandos que hacen estancias de investigación en otros países, para la presentación de comunicaciones en congresos internacionales y para la redacción de artículos científicos, como así también para la presentación de las tesis doctorales que optan a la Mención de Doctorado Internacional. Los seminarios de investigación con profesores invitados también se realizan a menudo en inglés, donde se promueve una participación activa de los doctorandos. El Vicerrectorado de Ordenación Académica número de tesis escritas en inglés se ha incrementado notablemente en los últimos años, donde 3 tesis han sido escritas completamente en inglés (A. Ortiz, 2010; A. Anglada, 2011; O. David, 2012) y otras 6 tesis han sido elaboradas como compendio de artículos publicados en inglés (P. Luis, 2009; M. Álvarez, 2010; R. Alonso, 2010; A. Domínguez, 2010; A. Arruti, 2011; J. Albo, 2012).

En el anexo se presenta un detalle de las tesis leídas en los últimos 5 años, indicando los profesores de instituciones extranjeras que han participado en los tribunales de tesis. Puede apreciarse que esta colaboración alcanza a un buen número de prestigiosas instituciones como son: **Imperial College of London** (Prof. Susana Ortiz), **University College London** (Prof. Julia Stegemann), **University of California-Davis** (Prof. Pieter Stroeve), **Carnegie Mellon University** (Prof. Ignacio Grossmann), **Universidade Nova de Lisboa** (Prof. Joao Crespo, Dr. Isabel Coelho), **Dr. M. H. Ferrão Ribeiro da Costa**, **Dr. Regina Monteiro**, **University of Twente** (Dr. Dimitrios Stamatialis), **University of Hertfordshire** (Prof. Michael Cox), **University of Aberdeen** (Dr. Bente Foeroid), **Katholieke Universiteit Leuven** (Prof. Carlo Vandecasteele), **Università di Bologna** (Prof. Giulio Sarti, Dr. Maria Grazia de Angelis, Prof. Ferruccio Doghieri), **Università di Roma "La Sapienza"** (Prof. Alessandra Poletini, Prof. Raffaella Pomi), **Technical University of Crete** (Prof. Dionissios Mantzavinos), **Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne** (Prof. Christos Comninellis) **Abu Akademi** (Prof. Tapio Salmi).

## Vicerrectorado de Ordenación Académica

En base a los resultados de los últimos años con el programa de doctorado precedente, encontramos que las tesis doctorales se pueden clasificar en 3 categorías:

- Tesis tipo A: con una estancia en el extranjero que le permite optar a la Mención Internacional, y con al menos 3 artículos en revistas científicas indexadas (JCR) que permiten la elaboración de la memoria de tesis como compendio de artículos.
- Tesis tipo B: que reúnen una de las dos características detalladas en el caso A.
- Tesis tipo C: que no reúnen ninguna de las dos características detalladas en el caso A.

Desde el punto de vista científico (creación de nuevo conocimiento) el objetivo del programa de doctorado es que la mayor parte de las tesis que se realicen sean de tipo A. Sin embargo es importante aclarar que esto no significa que las tesis tipo C necesariamente sean de menor calidad, sino que nuestra experiencia previa indica que este tipo de tesis están enfocadas hacia la innovación. Ambas vertientes del doctorado están claramente definidas en el documento *Recommendation of the European Parliament and of the Council of 23 April 2008 on the establishment of the European Qualifications Framework for lifelong learning*, en el apartado "The learning outcomes relevant to Level 8, Skill".

### Oferta de plazas para estudiantes a tiempo parcial:

Puesto que en este Programa de Doctorado se prevé admitir a alumnos que estén desarrollando su actividad profesional en empresas o en la Administración Pública, aproximadamente un 10-15% de plazas serán ofertadas a tiempo parcial.

**Para más información puede dirigirse a:**

**Escuela de Doctorado de la Universidad de Cantabria (EDUC)**

Edificio Tres Torres "Casa del Estudiante". Torre C, planta -1

942 20 12 96 / [escueladoctorado@unican.es](mailto:escueladoctorado@unican.es)