

## **Memoria justificativa**

[Según el artículo 5.1.a del Decreto 222/2011, de 2 de diciembre, DOG. 234 publicado el 9 de diciembre; Orden do 20 de marzo de 2012, DOG. 62 publicado el 29 de marzo.]

### **PROGRAMA OFICIAL DE DOCTORADO EN "QUÍMICA AMBIENTAL Y FUNDAMENTAL" / UNIVERSIDADE DA CORUÑA**

---

#### **REQUISITOS GENERALES**

##### **1. Justificación del interés socioeconómico para la Comunidad Autónoma.**

- 1.1.** *Estudio sobre la incidencia y beneficios generales y económicos derivados de la nueva enseñanza (justificación de la oportunidad de la titulación).*

El Programa de Doctorado propuesto que se somete a verificación supone la **modificación del actual Programa Oficial de Doctorado de "Química Ambiental y Fundamental" regulado por el RD99/2011 para adaptarse a lo dispuesto en el RD 576/2023**. El POD actualmente en desarrollo, y que se modifica, se adaptó del regulado por el RD1393/2007 reconocido con *Mención hacia la Excelencia*. Es **uno de los programas de doctorado más consolidados** de la UDC y **de mayor reconocimiento y prestigio** no sólo de la UDC sino de Galicia. No en vano, fue seleccionado para participar en el Programa Piloto de la Agencia de Calidad del Sistema Universitario de Galicia (ACSUG) para la *Renovación de Acreditación de Programas de Doctorado*. Con fecha 05/05/2020 obtuvo el informe FAVORABLE de la *Renovación de Acreditación*, siendo el primer programa de doctorado de toda Galicia en obtener la renovación dentro del campo de las Ciencias. En su informe, la comisión evaluadora le otorgó mención de "Excelente" en dos de las tres dimensiones evaluadas (Recursos y Resultados).

El éxito en alumnado, el número de tesis doctorales producidas, las excelentes publicaciones científicas de ellas derivadas, la baja tasa de abandono y el altísimo porcentaje de egresados incorporados al mundo laboral en puestos cualificados (100% referido a los doctores formados en los últimos cinco cursos académicos, con los datos disponibles por la Comisión Académica del Programa de Doctorado, CAPD) son evidencias que apoyan el valor de este programa.

El programa está adscrito a la Escuela Internacional de Doctorado de la Universidade da Coruña (EIDUDC), y es el único que existe en esta universidad en el ámbito de la Química. En el Programa participan en torno a 50 doctores de las cinco áreas de conocimiento adscritas al Departamento de Química (Química Analítica, Química Física, Química Inorgánica, Química Orgánica e Ingeniería Química), con una larga y reconocida trayectoria

profesional, que actualmente se distribuyen en siete grupos de investigación del Catálogo de Investigación de la UDC (<https://investigacion.udc.es/es>) adscritos a la Facultad de Ciencias (<https://ciencias.udc.es/es/>) y/o al Centro Interdisciplinar de Química y Biología (CICA <https://cica.udc.es/>). El CICA forma parte de la Red de Centros de Investigación del Sistema Universitario de Galicia, Red CIGUS, promovida por la Xunta de Galicia y orientada al fortalecimiento de la investigación de excelencia. Las cinco áreas de conocimiento están representadas en la CAPD.

**1.2. *Carácter esencial o estratégico: respuesta a necesidades prácticas y científicas del SUG.***

En las últimas décadas, tanto desde el estado central como desde los gobiernos autonómicos (entre los que se incluye de manera destacada la Xunta de Galicia que ha realizado una importante inversión a través de diversos programas orientados a la captación de Recursos Humanos para I+D, y a la Consolidación y Estructuración de Unidades de Investigación Competitivas del SUG), se han puesto en marcha políticas de incentivación para contribuir al desarrollo de la ciencia española y que han permitido que la Química de nuestro país se encuentre, hoy día, a una altura considerable. Numerosos grupos de investigación españoles llevan a cabo una investigación científica de alta o muy alta calidad y han llegado a adquirir un reconocido prestigio internacional. A la vista del número de citas recibidas por los artículos científicos españoles en las revistas internacionales, se puede afirmar que la Química española ocupa un lugar privilegiado en el contexto internacional, superando en varios puntos a muchas otras áreas de conocimiento. Los estudios y previas experiencias en otros países demuestran que una de las salidas a la profunda crisis económica en la que estamos inmersos ha de venir de la potenciación del I+D+I en el campo científico-tecnológico. En este sentido, los recursos humanos son la parte fundamental del sistema de I+D+I y la inserción en el tejido empresarial de personas altamente cualificadas y en particular de doctores es imprescindible.

En este contexto, el Programa Oficial de Doctorado en “Química Ambiental y Fundamental” de la Universidad de A Coruña tiene un carácter esencial relacionado con la especialización en el ámbito de la Química y su objetivo principal del Programa es formar doctores en Química. A través de las líneas de investigación descritas en la memoria de verificación el programa trata de dar respuesta a varios de los retos planteados en las líneas estratégicas del Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación (PEICTI) 2024-2027 [*Biomateriales avanzados y Nuevas técnicas diagnósticas y terapéuticas* dentro del área de la SALUD; *Materiales compuestos y nanoestructurados, Materiales avanzados, Materiales inteligentes y funcionales, Materiales sostenibles, y Planificación y valorización de materiales estratégicos* en el área de la INDUSTRIA; *Transición energética y descarbonización* dentro de ENERGÍA y MOVILIDAD; *Medio ambiente y calidad del aire, Desarrollo sostenible de obtención de productos de base biológica* dentro de ALIMENTACIÓN, BIOECONOMÍA, RECURSOS NATURALES CLIMA Y MEDIO AMBIENTE, entre otras; <https://www.ciencia.gob.es/Estrategias-y-Planes/Planes-y-programas/PEICTI.html>] y en el

plan RIS3 Galicia 21-27 [Prioridades 1 y 3; <https://ris3galicia.es/>] y promueve que los doctorandos entiendan lo que es la investigación de excelencia en la frontera del conocimiento. En ningún caso estas líneas y sublíneas de investigación constituyen ámbitos aislados, sino que se han establecido múltiples sinergias entre ellas que permiten el desarrollo de una *investigación 'en transversal'* y posibilitan que los doctorandos adquieran una visión integral de la Química.

Por tanto, la necesidad de mantener la oferta de este Programa se centra en tres aspectos fundamentales:

1. Formar profesionales especializados en el campo de la Química, con distintas orientaciones, capaces de abordar y resolver los problemas y necesidades que demandan las empresas, la administración y la sociedad en general.
2. Reforzar y consolidar aún más, dentro del SUG, la especialización de la Universidad de A Coruña en el campo de la química, tanto en el ámbito docente como en el investigador.
3. No existe en la propia UDC un programa de doctorado similar que cubra estas necesidades.

*1.3. Equilibrio territorial del SUG: justificación del campus elegido para la implantación de la enseñanza en relación a la especialización de éste.*

Tal como se ha indicado en el apartado 1.1 de esta memoria, este Programa de Doctorado viene avalado por el éxito en alumnado, el número de tesis doctorales producidas, las excelentes publicaciones científicas de ellas derivadas, y el altísimo porcentaje de egresados incorporados al mundo laboral en puestos cualificados. La justificación de su implantación inicial, plenamente vigente en la actualidad, se debe a la orientación de la Universidad de A Coruña, y más concretamente de su Facultad de Ciencias, hacia la Química, con titulaciones de Licenciatura, Grado, Máster y Doctorado en este ámbito.

➤ Datos relativos a resultados en los últimos 5 cursos académicos  
(2019/20 a 2023/24):

Número de Tesis Doctorales defendidas en el periodo:	20
Tesis con Mención Cum Laude:	19
Tesis con Mención Internacional:	15
Tesis en Co-tutela Internacional:	1
Tesis en Co-dirección con empresas del sector productivo:	1
Tesis con Premio Extraordinario de Doctorado:	4
Artículos científicos publicados en revistas JCR:	89
Artículos en primer cuartil (Q1):	64
Artículos en segundo cuartil (Q2):	20

## **2. Mercado laboral.**

### ***2.1. Estudio de las necesidades del mercado laboral en relación con la titulación propuesta***

La titulación de Química se encuentra entre las veinte más demandadas por los empleadores, donde el químico representa el cuarto sector en importancia de empleo del país. En particular, la Industria Química española es un sector que genera el 6,1% del PIB y el 5,5 % de la población activa asalariada, sobre datos del año 2024. Con una cifra de negocios de más de 80000 mill € en 2023, de los cuales aproximadamente el 72,3% se facturaron en mercados exteriores, el sector químico es ya el segundo exportador de la economía española y el primer inversor industrial en I+D+i. Además del sector de la industria química, los doctores especializados en Química tienen salidas profesionales en otros ámbitos como son los centros de investigación, la administración pública y la enseñanza. En este sentido, el Programa Oficial de Doctorado en "Química Ambiental y Fundamental" tiene en cuenta la amplia oferta sectorial de empleo, ofreciendo la especialización necesaria en los sectores de mayor demanda en Galicia donde destacan el medio ambiente y el sector químico tanto básico como aplicado. Los egresados contribuirán a dar respuesta a las demandas de la industria, la administración y la sociedad en general, impulsando la investigación y el desarrollo e innovación científico-tecnológica.

#### ➤ Datos de egresados en los últimos 5 cursos académicos (disposición de la CAPD) (2019/20 a 2023/24):

Número de Doctores Egresados: 20

Porcentaje de Empleabilidad: 90%

Situación Profesional Actual:

En la Administración Pública (personal funcionario): 1

En Empresa Privada del Sector Químico: 8

En Programa RRHH Posdoctoral: 4

Posdoctoral contratado con cargo a proyecto

en Universidades Españolas: 3

PDI en Universidad Extranjera: 1

Posdoctoral en Universidad Extranjera: 1

Nota: 2 egresados se encuentran preparando oposiciones para acceso a  
Profesorado de Enseñanza Secundaria

### ***2.2. Incorporación de perfiles profesionales en el título vinculados a los sectores estratégicos de Galicia***

La incorporación de perfiles profesionales en el título está garantizada a través de la colaboración del profesorado y de los grupos de investigación que participan en el programa con empresas e industrias en el ámbito gallego, que facilita el intercambio y transferencia de

conocimiento. Es de resaltar que algunas tesis doctorales se realizan en estrecha colaboración con empresas y administración no sólo del ámbito gallego, sino nacional en las que los profesionales implicados participan directamente (PharmaMar, Hijos de Rivera SAU, Ferroglobe Innovation SLU, CHUAC, Centro Ibérico de Investigación en Almacenamiento Energético...) o indirectamente (Repsol, CETMAR, Applus, SOGAMA...), además de contar con la colaboración de profesionales de distintos sectores estratégicos en actividades como charlas, jornadas y seminarios. Esto permite a los alumnos contar con una visión cercana de las actividades y necesidades de distintos sectores.

### *2.3. Medidas previstas para el fomento del espíritu emprendedor y el autoempleo de los egresados*

La Universidad de A Coruña cuenta con diversos servicios de apoyo a los egresados.

- I. El Servicio de Asesoramiento y Promoción del Estudiante (SAPE, <https://udc.gal/es/sape/>) informa, entre otras cosas, sobre estudios y salidas profesionales.
- II. La unidad de empleo (<https://www.udc.es/es/emprego/>) está integrada en el Vicerrectorado de Estudiantes y Empleabilidad, y su objetivo es proporcionar al estudiantado orientación, información y formación para la mejora de su empleabilidad en el acceso al mundo laboral. A través de programas formativos y de experiencias con las empresas, se facilita el conocimiento y acceso al mercado laboral, el propio autoconocimiento en relación a la elección de los objetivos profesionales o las competencias que solicitan las empresas.
- III. La Fundación de la Universidad de A Coruña (FUAC, <https://www.fundacion.udc.es/fuac.asp>) tiene entre sus objetivos el promover que los egresados contemplen el Autoempleo como una vía real de inserción laboral. Para el cumplimiento de este objetivo la Unidad de Empleo y Formación desarrolla actividades de orientación y formación para el autoempleo.

## **3 Demanda.**

### *3.1. Previsiones de matrícula teniendo en cuenta el análisis de la demanda real de los estudios propuestos por parte de potenciales estudiantes y de la sociedad:*

Durante los últimos cinco cursos académicos se ha mantenido un promedio de 42-43 alumnos, con un porcentaje de alumnos extranjeros en torno al 9%, y de 4-5 Tesis Doctorales defendidas por curso académico:

<b>Curso Académico</b>	<b>Nº Total de Alumnos</b>	
	<b>Matriculados</b>	<b>Tesis Defendidas</b>
2019/20	33	5
2020/21	33	1
2021/22	37	5
2022/23	45	1
2023/24	48	8

Durante el presente curso académico 2024/2025 ya se han defendido 6 nuevas Tesis Doctorales. Este curso, una vez finalizados los dos plazos ordinarios de matrícula, se han incorporado 12 nuevos alumnos.

Teniendo en cuenta la trayectoria del programa y su demanda, para los próximos años se estima una matrícula por curso académico en torno a 45 alumnos.

**3.2.** *Descripción de medidas previstas para la revisión de la titulación motivada por cambios en la demanda.*

El sistema de Garantía de Calidad (SGC) de la Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad de a Coruña (EIDUDC) se fundamenta en la recogida de información sobre los aspectos clave del desarrollo de dichos programas para proceder a un análisis reflexivo del que se extraerán las conclusiones oportunas dirigidas, en todo caso, a la solución de posibles desviaciones y al aporte de propuestas de mejora. El Programa de Doctorado se desarrolla de acuerdo a una planificación previa atendiendo a la Memoria elaborada para su verificación; los resultados de ese desarrollo aportan una estimable cantidad de información de la cual se realiza un seguimiento para hacer una valoración de su eficacia.

En caso de que se observe una reducción significativa en la demanda de la titulación se llevará a cabo un proceso de reflexión de las posibles causas y formas de superarlas mediante la revisión detallada de la orientación de los estudios, interés de las líneas de investigación propuestas, la adecuación de los medios humanos y materiales disponibles, necesidades del entorno socio-económico, etc. Todo ello con el objetivo de emprender las acciones necesarias para que el programa de doctorado ofertado cumpla las expectativas de los alumnos y contribuya a la formación de nuevos profesionales que habrán de incorporarse al sector productivo y de los investigadores impulsores del avance científico, el desarrollo y la innovación tecnológica.

**4. No duplicidad.**

**4.1.** *Mención de enseñanzas afines preexistentes en esta universidad. Acreditación de la no coincidencia de objetivos y contenidos con otras titulaciones existentes (coincidencia máxima del 50% de los créditos).*

En la Universidad de A Coruña no existe ningún otro Programa de Doctorado en el ámbito de la Química.

## **5 Otros.**

### ***5.1. Planificación de la conexión de las titulaciones de grado, máster y doctorado***

Íntimamente relacionadas con este programa, actualmente en la Facultad de Ciencias de la UDC se imparten las titulaciones de "Grado en Química" (UDC) "Grado en Nanociencia y Nanotecnología" (UDC), "Master en Ciencias, Tecnología y Gestión Ambiental" (UDC) y "Máster en Investigación Química y Química Industrial" (de carácter interuniversitario, con las universidades de Vigo Y Santiago de Compostela). La práctica totalidad de los doctores participantes en el Programa de Doctorado en "Química Ambiental y Fundamental" también imparten docencia en dichos estudios de Grado y Máster.

### ***5.2. Coherencia de la titulación propuesta con el Plan Estratégico de la universidad que hace la propuesta***

El Programa Oficial de Doctorado en "Química Ambiental y Fundamental" de la Universidad de A Coruña tiene un carácter esencial relacionado con la especialización en el ámbito de la Química Así pues, este Programa entra dentro del objetivo de potenciar una oferta especializada dentro de nuestro entorno universitario y, tal como se ha indicado, no existe en el SUG un programa de doctorado similar que cubra estas necesidades.

Entre los objetivos del Plan Estratégico 2022-2026 de la UDC ([https://www.udc.es/es/gobierno/equipo\\_reitoral/vepes/planificacion\\_estratexica/](https://www.udc.es/es/gobierno/equipo_reitoral/vepes/planificacion_estratexica/)) se indican, entre otros, el fomento de una formación orientada a la inserción laboral y el fomento de una investigación de calidad multidisciplinar. A este respecto, el programa propuesto, reconocido con diversas menciones de calidad (*vide supra*), a lo largo de su existencia ha obtenido un gran éxito en alumnado y un altísimo porcentaje de egresados incorporados al mundo laboral en puestos cualificados. Otro de los objetivos es potenciar la internacionalización, y en este contexto, el programa propuesto cuenta con una importante dimensión internacional, ya que todos los grupos de investigación participantes cuentan con colaboraciones con grupos extranjeros / participación en redes que permiten y facilitan la realización de estancias cortas de investigación en centros extranjeros a los doctorandos.

### ***5.3. Innovación docente e investigadora: fomento de la utilización de TIC y nuevas tecnologías***

El Centro Universitario de Formación e Innovación Educativa (CUFIE, <https://www.udc.es/es/cufie/>) de la Universidad de A Coruña oferta regularmente cursos para profesores y alumnos en diferentes ámbitos. Los doctores participantes en el programa de doctorado asisten habitualmente a los mismos. En lo que se refiere a los estudiantes de

doctorando, se oferta una propuesta de formación por medio del "Plan de Apoyo al Doctorado y a la Investigación (PAI)" y el "Plan de formación en competencias transversales para personal predoctoral e posdoctoral (PFCTPD)".

Asimismo, debemos indicar que se dispone de acceso inalámbrico a Internet en todo el edificio en los dos centros en los que se desarrolla el POD, la Facultad de Ciencias y el CICA. Tanto los estudiantes como el profesorado tienen acceso a una plataforma de campus virtual, denominada "Campus Online" (<https://www.udc.es/es/online/>), que extiende los servicios del campus universitario presencial a través de las TIC. Por su parte, los alumnos y profesores de la UDC tienen acceso a muy diversas bases de datos de la misma, entre ellas las de temática relativa a la química. En este sentido, cabe destacar las bases de datos de *SciFinder-n* y *Web of Science*. La *Biblioteca de la UDC* forma parte de la red "REBIUN" (Red de Bibliotecas Universitarias Españolas) y del Consorcio de Bibliotecas Universitarias de Galicia (BUGALICIA). Por último, comentar que, para actividades relacionadas con la investigación, también se dispone de acceso al equipamiento de cálculo científico avanzado del CESGA (Centro de Supercomputación de Galicia) (<http://www.cesga.es>) que dispone de sistemas de computación de altas prestaciones.

#### **5.4. Coordinación en redes internacionales de calidad**

Es interés preferente de este Programa la internacionalización que, tal y como se ha comentado, constituye uno de los objetivos estratégicos de la UDC. A este respecto, todos los grupos de investigación que participan en él cuentan con colaboraciones extranjeras que incluyen colaboraciones con grupos de investigación extranjeros de gran prestigio y participación en redes internacionales. Asimismo, el Programa se beneficia de diversos convenios con numerosos centros extranjeros (ver Memoria de Verificación del programa).

## **REQUISITOS ESPECÍFICOS**

La Memoria de Verificación del programa indica los requisitos de acceso a los estudios de doctorado, de acuerdo con el Real Decreto 99/2011, tras su modificación por el Real Decreto 576/2023; y también indica los requisitos específicos de admisión del programa, en concreto una carta de referencia de un profesor o profesora del programa que avale la viabilidad de la futura tesis y pueda ejercer como persona directora de dicha tesis.

En dicha memoria también se indica la normativa para la presentación y lectura de tesis (recogida en el Reglamento de Estudios de Doctorado de la UDC, REDUDC) y los requisitos específicos del programa, consistentes en la realización de las actividades formativas.

El Programa incluye diversas actividades formativas que comprenden tanto formación transversal como específica. Se proponen las siguientes:

1. Estancias en Centros I+D. Se promoverá que los alumnos realicen, por lo menos, tres meses de estancia en otros centros I+D, preferiblemente extranjeros. Es una actividad optativa que depende de la obtención de financiación para su realización.
2. Asistencia a Congresos. Se promoverá y fomentará que los alumnos asistan a Congresos y Reuniones científicas, preferiblemente de ámbito internacional. Se pretende que antes de la defensa de la tesis, cada doctorando haya asistido, al menos, a un congreso.
3. Jornada de Acogida de Doctorandos Específica del Programa. Se realizará una reunión informativa sobre la organización del Programa de Doctorado. Es una actividad obligatoria para los doctorandos de nueva matrícula.
4. Jornada de Seguimiento de Doctorandos. La Comisión Académica del Programa organizará estas jornadas con carácter anual. Ante sus compañeros del Programa y varios doctores participantes en el mismo, los doctorandos que comienzan el tercer año (cuarto para doctorandos a tiempo parcial) impartirán una breve charla sobre las investigaciones realizadas hasta esa fecha. Es una actividad de tipo obligatorio.
5. Asistencia a Conferencias/Conferencias. Se facilitará y promoverá la asistencia de los doctorandos a cualquier conferencia de interés. Se pretende que cada doctorando asista, al menos, a dos conferencias anuales.
6. Seminarios de Grupo. Serán organizados por los coordinadores de los grupos/equipos de investigación en los que se integran los doctorandos. Son actividades de tipo obligatorio.
7. Cursos/Talleres/Seminarios Especializados. Los doctorandos, orientados por su director, asistirán a estas actividades de especialización relacionadas con su campo de interés. Es una actividad de tipo optativo.
8. Redacción de artículos científicos. Antes de la defensa de la tesis doctoral, todos los alumnos deberán redactar, al menos, un artículo de investigación en una revista de ámbito y prestigio nacional o internacional relevante en el ámbito de conocimiento de la tesis doctoral.

Todos estos aspectos indicados anteriormente pretenden garantizar la calidad de la tesis para autorizar su defensa: Se requiere la realización de las actividades obligatorias.

No obstante, la CAPD podrá autorizar una tesis para su depósito y defensa sin que se haya realizado alguna de dichas actividades, siempre que se evidencie claramente su calidad a la vista de los informes y evidencias de seguimiento de la persona doctoranda, y los informes de los evaluadores externos.

- Justificación de la previsión mínima de 10 doctorandos.

Tal y como se ha justificado en el apartado 3.1 de esta memoria, y teniendo en cuenta la trayectoria del programa y su demanda a lo largo de los últimos años, se estima una matrícula por curso académico en torno a 45 alumnos (con un máximo de 15 de nuevo ingreso), muy por encima de ese mínimo de 10 doctorandos por curso académico. Se prevé mantener la trayectoria de una media 4 Tesis Doctorales defendidas por curso académico.

## **Memoria económica**

[Según el artículo 5.1.a del Decreto 222/2011, de 2 de diciembre, DOG. 234 publicado el 9 de diciembre; Orden do 20 de marzo de 2012, DOG. 62 publicado el 29 de marzo.]

### **PROGRAMA OFICIAL DE DOCTORADO EN "QUÍMICA AMBIENTAL Y FUNDAMENTAL" UNIVERSIDADE DA CORUÑA**

---

#### ***JUSTIFICACIÓN DE LA VIABILIDAD ECONÓMICA***

#### **1. RECURSOS HUMANOS**

##### **1.1. EQUIPOS Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:**

El Programa de Doctorado de "Química Ambiental y Fundamental" es un **programa** en el que interviene profesorado de las cinco Áreas de Conocimiento del Departamento de Química (Química Analítica, Química Física, Química Inorgánica, Química Orgánica e Ingeniería Química) distribuidos en **7 grupos de investigación**:

- Grupo "Bioingeniería Ambiental y Control de Calidad" (BIOENGIN) [G000293]. Coordinador: Dra. M<sup>a</sup> del Carmen Veiga Barbazán
- Grupo "Metales en Medio Ambiente y Medicina" (METMED) [G000159]. Coordinador: Dr. José Luís Barriada Pereira
- Grupo "Nanochemistry and Self-Assembly for Biological Sciences" (NANOSELF4BIO) [G000809]. Coordinador: Dr. Francisco Fernández Trillo
- Grupo "Nanotoxicología y Toxicología Genética" (NANOTOXGEN) [G000806]. Coordinador: Dr. Vanessa Valdiglesias García (En el POD participan otros miembros de este grupo)
- Grupo "Química Analítica Aplicada" (QANAP) [G000343]. Coordinador: Dra. Soledad Muniategui Lorenzo
- Grupo "Química Molecular y de Materiales" (QUIMOLMAT) [G000079]. Coordinador: Dr. Carlos Peinador Veira
- Grupo "Reactividad Química y Fotorreactividad" (REACT!) [G000138]. Coordinador: Dr. David Esteban Gómez

En el Anexo de esta memoria se recogen los datos relativos a los doctores participantes.

**No se prevé la contratación de ningún PDI nuevo para la verificación del Programa de Doctorado.**

## **1.2. DIMENSIÓN EXTRAUNIVERSITARIA E INTERNACIONALIZACIÓN:**

La totalidad de los grupos de investigación implicados en el programa cuentan con **colaboraciones externas** que incluyen tanto colaboraciones con grupos extranjeros, como participación en redes y plataformas. Asimismo, muchos de ellos intervienen en contratos con empresas.

**El Programa de Doctorado se beneficia de todas estas colaboraciones sin ningún coste adicional.**

## **1.3. PERSONAL DE ADMINISTRACIÓN Y SERVICIOS:**

La Unidad de Apoyo a Departamentos e Investigación (UADI) de la Facultad de Ciencias da soporte administrativo a los departamentos adscritos al Centro, entre ellos el Departamento de Química, y se ocupa también de trámites relativos al doctorado: información, admisión en los programas, etc. Además, el Departamento cuenta con personal técnico de laboratorio.

**No se prevé la contratación de ningún nuevo PAS derivado para la verificación del Programa de Doctorado.**

## **2. INFRAESTRUCTURAS, SERVICIOS Y FINANCIACIÓN**

### **2.1. INFRAESTRUCTURAS:**

La investigación derivada del Programa de Doctorado en "Química Ambiental y Fundamental" se realiza en las dependencias de la **Facultad de Ciencias** (<https://ciencias.udc.es/es/>) y/o del **Centro Interdisciplinar de Química y Biología** (CICA) (<https://cica.udc.gal/>) **de la UDC**. El CICA forma parte de la Red de Centros de Investigación del Sistema Universitario de Galicia, Red CIGUS, promovida por la Xunta de Galicia y orientada al fortalecimiento de la investigación de excelencia.

La Facultad se compone de un edificio principal, que contiene aulas grandes, laboratorios de prácticas, un aula de informática, servicios comunes (administración, laboratorio instrumental, etc.), Hay un edificio anexo más pequeño que contiene aulas pequeñas, laboratorios de prácticas, un aula de informática y un aula-net, laboratorios de investigación, departamentos, despachos del profesorado, etc. Por último, hay también un edificio anexo que sirve como aparcamiento. Todos estos edificios se comparten en su integridad, en la actualidad, entre las siguientes titulaciones:

Grados	Biología Nanociencia y Nanotecnología Química
Masters	Acuicultura Biodiversidad Terrestre: Caracterización, Conservación y Gestión

---

Biología Celular, Molecular y Genética  
Biología Marina  
Biotecnología Avanzada  
Ciencias, Tecnología y Gestión Ambiental  
Investigación Química y Química Industrial  
Neurociencia

---

El desglose de los recursos materiales y servicios de que dispone la Facultad en la actualidad es el siguiente: 14 aulas grandes, 9 aulas seminario, 4 aulas de informática, 17 laboratorios de prácticas, 1 biblioteca que incluye hemeroteca y 1 salón de actos. Todas las aulas están dotadas de pizarra y cañón de vídeo. Además, hay 3 aulas dotadas de sistema de videoconferencia, pudiendo utilizarse también el Salón de Actos para tal fin. Se dispone de acceso inalámbrico a Internet en todo el edificio de la Facultad. Además, el centro también dispone de un local para el servicio de cafetería, espacio propio para la Delegación de Alumnos, espacios de administración y conserjería, y salas de reuniones, que podrían emplearse para actividades docentes, y despachos del profesorado, en los que también podrían realizarse las tutorías individuales. La Biblioteca de la Facultad de Ciencias cuenta en la actualidad con aproximadamente 33000 libros y 400 revistas en soporte impreso o micrográfico, 5300 títulos de revistas electrónicas y tiene acceso a las bases de datos de la UDC, de las que 13 son de temática relativa a la química o el medio ambiente. En este sentido, cabe destacar las bases de datos de *SciFinder-n* y *Web of Science*. La *Biblioteca de la UDC* forma parte de la red "REBIUN" (Red de Bibliotecas Universitarias Españolas) y del Consorcio de Bibliotecas Universitarias de Galicia (BUGALICIA). Asimismo, los estudiantes pueden acceder a los recursos de cualquiera de las bibliotecas universitarias de la UDC, solicitando los ejemplares disponibles desde su propio centro. Existe un catálogo automatizado único (en web), que permite acceder directamente a algunos de los recursos electrónicos disponibles. Existen diferentes modalidades de préstamo en función del tipo de obras y de los usuarios. Pueden solicitarse en préstamo, sin costes para el usuario, obras de las Bibliotecas del Campus de Ferrol, siempre que no se trate de manuales de uso frecuente. Los servicios funcionan ininterrumpidamente en el horario de la biblioteca (08:30-21:30 de lunes a viernes). **La Facultad de Ciencias cede a los grupos de investigación participantes en el Programa de Doctorado el uso de siete laboratorios de investigación**, perfectamente equipados con infraestructuras modernas y adaptadas a las necesidades de la investigación actual, lo que facilita enormemente el trabajo a desarrollar por los estudiantes durante la etapa de investigación. Los grupos de investigación cuentan con equipamiento específico que actualizan y renuevan a través de su participación en proyectos, contratos, convenios...

El edificio del CICA, por su parte, cuenta con una superficie de unos 3500 m<sup>2</sup>, distribuidos en cinco plantas. En las instalaciones del centro hay 25 laboratorios equipados con los medios necesarios para realizar investigaciones de las diferentes áreas relacionadas con la química y la biología, y también un almacén de reactivos. Existen un total de 6 amplias zonas de

trabajo grupal repartidas en las distintas plantas donde los grupos de investigación cuentan con espacios propios. Para dar soporte a las necesidades de todos los grupos de investigación, más de 300 m<sup>2</sup> están dedicados al equipamiento científico de uso común que permiten realizar un amplio rango de técnicas experimentales. Además, cuenta con el despacho de dirección, dos oficinas para el servicio de gestión, zona de comedor, tres salas de reuniones equipadas con un proyector y un salón de actos, en el que se realizan eventualmente algunas de las actividades del programa, como la *Jornada de Seguimiento de Doctorandos*. **El CICA cede a los grupos que participan en el POD 12 laboratorios** perfectamente equipados con infraestructuras modernas y adaptadas a las necesidades de la investigación actual al programa de doctorado.

Asimismo, y tal como se ha indicado en la memoria, se prevé el uso de los Servicios de Apoyo a la Investigación (SAI) de la UDC. Los SAI están compuestos por un conjunto de servicios especializados capaces de prestar apoyo a la investigación científica, y con una dotación instrumental, técnica y de recursos humanos que, bien por sus características propias o por el ámbito de su aplicación, superan las necesidades de un Centro, Departamento o Instituto Universitario. Los SAI tienen 9 unidades: Análisis de Aguas (UAA), Análisis Estructural (UAE), Biología Molecular (UBM), Espectroscopia Molecular (UEM), Espectroscopia de Plasma-Masas (UEPM), Microscopía (UM), Técnicas Cromatográficas (UTM), Técnicas Instrumentales de Análisis (UTIA) y Geocronología (UX). La página web de los SAI (<https://www.sai.udc.es/?locale=es#>) ofrece información detallada de cada una de ellas, así como un listado del equipamiento y de los servicios que pueden realizar.

En el Anexo se indican las infraestructuras y el equipamiento científico más importantes de los grupos de investigación, el CICA y los SAI.

**La UDC dispone de mecanismos para garantizar el mantenimiento y la actualización de todos estos medios materiales.**

Finalmente, indicar que el PDI del programa también tiene acceso al equipamiento de cálculo científico avanzado del Centro de Supercomputación de Galicia - **CESGA** ([www.cesga.es](http://www.cesga.es)) que dispone de sistemas de computación de altas prestaciones.

## **2.2. SERVICIOS DE ORIENTACIÓN PROFESIONAL:**

La Universidad de A Coruña dispone de un Observatorio Ocupacional (<https://www.udc.es/es/observatorioocupacional/>) dedicado al análisis de la inserción laboral de los universitarios y a la corrección de los desajustes que se puedan detectar durante este proceso. Esto se realiza fundamentalmente a través de dos tipos de análisis: i) Seguimiento de los titulados y ii) Competencias profesionales.

La Universidad de A Coruña también cuenta con el Servicio de Asesoramiento y Promoción del Estudiante (SAPE) (<https://www.udc.es/es/sape/>) cuyas funciones, entre otras, incluyen: i) asesorar en la búsqueda de empleo, ii) asesorar en la creación de nuevas empresas y iii) es un centro asociado al Servicio Gallego de Colocación.

### 2.3. **FINANCIACIÓN DE DOCTORANDOS Y MOVILIDAD:**

#### ❖ Realización de la Tesis Doctoral:

Para la realización de sus Tesis Doctorales, los alumnos pueden acceder a diversas becas y ayudas públicas a través de diferentes programas:

- Programas FPU /FPI del Ministerio
- Programa de Ayudas de Apoyo a la Etapa Predoctoral de la Xunta de Galicia

o también pueden financiarse con cargo a contratos derivados de proyectos/convenios de investigación de los grupos participantes, etc. así como a través de becas y/o contratos de otras instituciones (Fundación Gil-Dávila, Diputación de A Coruña...).

#### ❖ Movilidad:

La financiación para la realización de actividades formativas que requieran **movilidad de estudiantes** se sufragará con cargo a ayudas a través de diferentes programas:

- Ayudas para estancias predoctorales Inditex-UDC
- Programas FPU /FPI del Ministerio
- Convocatorias de la Xunta de Galicia
- Ayudas predoctorales Fullbright
- Ayudas de movilidad del CICA
- Otras: becas ofertadas por los centros receptores, fondos propios del grupo de investigación en el que se integre el doctorando etc

El 100% de los estudiantes que han realizado estancias de movilidad en el Programa de Doctorado hasta la fecha han obtenido financiación por alguna de las vías indicadas.

A lo largo de los años que se lleva impartiendo, el Programa de Doctorado ha recibido en ocasiones Profesores Visitantes. Se pretende continuar en esta línea, en la medida en que las convocatorias (nacionales, autonómicas o de la propia UDC), o los fondos propios de los grupos de investigación participantes (proyectos de investigación, producción científica...) lo permitan.

## ANEXO. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO DE LOS GRUPOS DE INVESTIGACIÓN.

Las instalaciones de los laboratorios de la Facultad de Ciencias de la UDC están perfectamente diseñadas para la realización de los trabajos de investigación propios del desarrollo de una Tesis Doctoral, contando con los medios convencionales de un laboratorio científico (equipamiento habitual y común de los laboratorios de investigación del área de química como material de vidrio, desecadores, placas calefactoras, agitadores magnéticos, rotavapores...). Además, los grupos de investigación cuentan con equipamiento propio adquirido en diversas convocatorias de financiamiento a nivel autonómico, nacional e internacional. A continuación, se relaciona una selección de estos recursos de equipamiento:

Sistemas de muestreo: Captadores de alto volumen para muestreo de particulado atmosférico; estaciones de medida de la calidad de aire. Sistemas de tratamiento de muestra. Técnicas espectroscópicas: UV-Vis; infrarrojo (FT-IR; ATR-FT-IR, microscopio FTIR), termogravimetría; espectrofluorimetría; absorción y fluorescencia atómicas y acoplamiento FIAS. Técnicas cromatográficas: gases (FID, ECD, NPD, FPD, PID, IT-MS, DT-GC-MS); de líquidos (HPLC-UV-Vis-FI; Electroforesis capilar (EC-UV-Vis)

Equipo de caracterización electroquímica PGSTAT-20. Equipos de voltametría COMPUTRACE mod. 757 y 797 de Methrohm. Espectrofotómetro UV-VIS-NIR Perkin Elmer LAMDA-900 con accesorio para esfera reflectancia difusa. Espectrofotómetro UV-VIS Cary 100 BIO y Espectrofotómetro VIS ZUZI 4211/20. Espectrofotómetro de absorción atómica SpectrAA 55B con accesorio de vapor frío. Equipo de valoración potenciométrica automático Metrohm TITRINO-794 Turbidímetro HI88713 de Hanna Instruments. Cabina de flujo laminar INDELAB. Incubadora-refrigeradora (BELP Científica). Equipos de medida DQO y DBO (BELP Científica). Autoclave (FARO). Equipo DIRECT Q3 (Millipore) de depuración de agua. Reactor de microondas monomodal DISCOVERER-S Class de CEM Equipo automático de cromatografía Flash CombiFlash Rf de Teledyne Isco.

Espectrofotómetros UV/Vis. Espectrofluorímetros. Fosforímetro. Determinación de tiempos de vida (single photon counting). Seguimiento de reacciones rápidas (STOPPED-FLOW). Fotólisis de destello láser incluyendo sistema "flow-flash". Cromatógrafo de gases. Equipos HPLC y MPLC semipreparativo. Sistemas de irradiación (UV/Vis) estática. Espectrómetro de reflectancia difusa. Radiómetro. Laboratorio de análisis de residuos y aguas residuales. Cromatógrafo de gases. Tomamuestras de aguas automático. Determinación de toxicidad y biodegradabilidad de aguas y residuos. Ensayos de biodegradación y estabilidad de residuos y materiales. Plantas piloto de humedales construidos, digestión anaerobia y compostaje.

Equipos para el tratamiento de aguas (anaerobio, aerobio, nitrificación-desnitrificación) y aire contaminado. Cromatógrafo de gases con detectores TCD y FID. HPLC con detector de array de diodos. Electroforesis capilar. Equipo de medida

de toxicidad. Analizador de COT. Espectrofotómetro. Autoclave. Equipos para caracterización de aguas: analizadores de: DBO, Jar-test, N-NH4.

El CICA de la UDC, además del equipamiento convencional de los laboratorios, cuenta con el siguiente equipamiento:

Autoclave-esterilizador a vapor Matachana SC502 E-1 I. Agitador magnético con calefacción Velp ARE. Equipo de microinyección WPI PV820. Termodesinfectadora de laboratorio Miele PG 8583. Sistema para Zebrafish de sobremesa Aquaneering ZT350. Dispositivo de incubación y agitación Selecta Boxcult 230V/Rotabit. Bio-espectrofotómetro para microgota y cubeta VWR MySPEC Twin. Estufa Memmert. Liofilizador Telstar Cryodos-80. Cabina de seguridad biológica Telstar BIO II-ADVANCE 2. Decapador Stayer 54A2000K. Frigorífico ventilado para laboratorio Liebherr LKEXV 3600. Baño ultrasónicos Bandelin RK31H. Agitador vibrador de tubos Velp ZX3. Generador de Nitrógeno Clan Nitrogen Zefiro 25 (CNN2ZEF 25). Sistemas de purificación de agua Direct-Q® 5UV- Merck. Espectrómetro de Resonancia Magnética Nuclear (RMN) avance 300 MHz Bruker Avance 300. Micro-ultracentrífuga de sobremesa 150000 rpm Hitachi CS 150 NX. Centrífuga refrigerada a ultracentrifugación de suelo 100000 rpm Hitachi CP 100 NX. Centrífuga de alta velocidad refrigerada suelo 22000 rpm Hitachi CR22N. Centrífuga refrigerada de alta velocidad de sobremesa 23300 rpm Thermo Heraeus Biofuge Stratos. Equipo de cromatografía iónica Metrohm IC930. Equipo de fluorescencia (espectrofluorímetro) Horiba Scientific Fluoromax Plus-P. Caja seca o de guantes para manipulación de sustancias sensibles Innovative Technology INC Purelab HE 1950-4G. Equipo de cromatografía líquido-líquido con detector de masas y de diodos (PDA), (LC-MS) Thermo Scientific MSQ PLUS. Equipo de cromatografía de gases cuadrupolar con detector de masas (CG-MS) Thermo Scientific ISQ-QD. Equipo de espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FT-IR) Thermo Scientific Nicolet is10. Lector de placas Biotek Sinergy HTX. Fotodocumentador Bio-rad Chemidoc MP Imaging System. Equipo de cromatografía líquida (FPLC) Bio-rad NGC Quest 10 Plus. Incubador de CO<sub>2</sub> (165 L.) Panasonic MCO-170AICUVH-PE. Máquina de hielo Liebherr FCS 85. Ultracongelación -80° Panasonic KM-DU53Y1E. Balanza de precisión, serie LP VWR LP-2102i. Polarímetro Jasco DIP-1000. Analizador de medida de tamaños de partícula en el rango nanométrico con medida de potencial Z Brookhaven NanoBrook Plus Zeta. Selladora de bolsas Grupo Selecta KF-300HC. Reómetro Híbrido Discovery DHR2 TA Instruments Waters LLC. Espectropolarímetro de Dicroísmo Circular Jasco J-815 150S. Nanocalorímetro de titración isotérmica Waters. Cromatógrafo de líquidos de alta presión UHPLC (Elute) acoplado a un espectrómetro de masas de trampa iónica (Amazon Speed ETD)-Bruker. Cromatógrafo de líquidos de alta presión nano-UHPLC (nanoElute) acoplado a un espectrómetro de masas híbrido Q-TOF de alta resolución con trampa de

movilidad iónica (TIMS-TOF PRO)-Bruker. Espectrómetro TLC-MS-CAMAG. Depósito de almacenamiento de nitrógeno líquido Nippon Gases.

Los Servicios de Apoyo a la Investigación de la UDC cuentan, entre otro, con el siguiente equipamiento científico:

Espectrómetro de Resonancia Magnética Nuclear Bruker Avance Neo 500MHz, Con criosonda BBO, criosonda dual 1H/13C y sondas BBI de 5mm y 3mm.

Espectrómetro de Resonancia Magnética Nuclear Bruker Avance III HD 400 MHz. Sonda multinuclear BBFO (1H, 19F, 31P-15N) y sonda HR MAS para semisólidos (1H/13C).

Espectrómetro de masas de sector magnético Thermo MAT95XP equipado con cromatógrafo de gases Thermo TRACEGC (modos de ionización disponibles: EI, CI y FAB).

Espectrómetros de masas LTQ-Orbitrap Discovery con HPLC Accela de Thermo acoplado a sistema U-HPLC Accela de Thermo Fisher Sci.

Espectrómetros de masas de triple cuadrupolo Applied Biosystems API 3200 con HPLC Agilent 1200 acoplado a sistema HPLC Agilent 1200, con bomba binaria, inyector automático, horno de columnas termostatzado e ionización ESI y APCI

Analizador simultáneo ATG-ATD ThermalAnalysis SDT2960.

Microscopio de barrido Modelo: JEOL JSM 6400.

Microscopio láser espectral de barrido confocal.

Microscopio electrónico de transmisión de alta resolución JEM-2010 HT (voltaje de aceleración: 200 kV, con unidad de barrido TEM-SEMISTEM y difracción de electrones).

Microscopio de fuerza atómica (AFM).

Microscopio electrónico de barrido de emisión de campo con detector de energía dispersiva (FESEM).

Equipo de ablación láser para acoplamiento con equipos de espectrometría de masas con fuente de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS).

ICP-MS alta resolución de sector magnético Element XR.

ICP-MS cuadrupolar Thermo X-serie 2 con cromatógrafo alta resolución (HPLC) acoplado a un sistema de HPLC DIONEX modelo DGP-3600 A.

Equipo de fraccionamiento campo-flujo (FFF) con detección por espectroscopía UV-Vis, índice de refracción, técnicas de dispersión de luz (Dynamic y Multi-angle Light Scattering) y acoplamiento con ICP-QQQ-MS/MS.

Espectrómetro de fluorescencia S4 PIONEER BRUKER.

Rango de análisis: desde Be a U. Cristales analizadores: LiF200, Ge, PET, OVO-55 y OVO-B. Filtros de Al y Cu. Modos: vacío, He, He atm.

Goniómetro do difractómetro D5000 SIEMENS.

Difractómetro de rayos X monocristal

Difractómetro X8 APEX KAPPA BRUKER-NONIUS (tubo de Mo, gonio de 4 círculos).

Difractómetro de rayos X monocristal. Difractómetro SMART CCD 1k SIEMENS (tubo de Mo, gonio de 3 círculos).

Espectrómetro de masas de alta resolución Thermo Scientific DFS acoplado a dos cromatógrafos de gases Trace 1310 e inyector automático Triplus RSH.

Espectrómetro de masas alta resolución acoplado a cromatógrafo de Líquidos-6546 LC/Q-TOF.

Sistema GC/MS triple cuadrupolo Agilent 7010B GC/TQ.