

## Memoria justificativa<sup>1</sup>

**DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA DE DOCTORADO:** Computación

**UNIVERSIDAD COORDINADORA:** Universidad de A Coruña

**OTRAS UNIVERSIDADES PARTICIPANTES:**

### **Requisitos generales:**

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

- Estudio sobre la incidencia y beneficios generales y económicos derivados de la nueva enseñanza (justificación de la oportunidad de la titulación).
- Carácter esencial o estratégico: respuesta a necesidades prácticas y científicas del SUG.
- Equilibrio territorial del SUG: justificación del campus elegido para la implantación de la enseñanza en relación a la especialización de éste.

El doctorado se enmarca dentro de uno de los sectores I+D+i genéricos típicamente considerados como cruciales en el desarrollo tecnológico de un país: el sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). Según el último informe disponible de la Comisión Europea [CEU21], el sector de las TIC generó 590 billones (EUR) en 2018 (y 5.9 millones de empleos en 2018), con ligeros incrementos en 2019 y 2020 debido al impacto del coronavirus, donde el valor añadido del sector de las TIC creció mucho más deprisa en términos reales que el resto de la economía. Es interesante reseñar que ese informe indica que Alemania, Francia, Italia, España y los Países Bajos fueron los cinco mayores contribuyentes al valor añadido del sector de las TIC en 2018, en donde España aportó el 7% del valor añadido de la UE. En conjunto, estos cinco países representaron el 66% del valor añadido total del sector de las TIC de la UE. Según el informe, Alemania, Francia, Italia, España y Polonia han sido los 5 miembros que han aportado más empleo, en el que España generó el 9% del empleo en el sector TIC de la UE.

Si además se tiene en cuenta la adecuación a la estructura socio-económica de Galicia, todos estos factores tienen, si cabe, todavía más peso. Según el último informe elaborado por la "Axencia para a Modernización Tecnolóxica de Galicia" [AMTG23] con título "O Hipersector TIC en Galicia" (que incluye el sector TIC junto al sector de los contenidos y servicios audiovisuales), las empresas gallegas representan el 4.7% del total del hipersector TIC español y representan (año 2022) el 1.7% de las empresas de Galicia (4170 empresas contabilizadas a finales de 2022, con un crecimiento sostenido desde 2018), generando 28556 empleos en el año 2023 y un valor añadido bruto de más de 2000 millones de euros. Se debe resaltar que Galicia es la quinta comunidad autónoma con mayor número de empresas dedicadas al hipersector TIC, únicamente superada por Madrid, Cataluña, Andalucía y la Comunidad Valenciana.

Cabe reseñar también que el 45.8% de las empresas gallegas de 10 o más trabajadores del hipersector TIC realizaron algún tipo de actividad innovadora en 2022. Todos estos datos justifican la demanda real, por parte del sector TIC, de profesionales con perfil investigador, dando respuesta además a las necesidades formativas y científicas del Sistema Universitario de Galicia y al propio sector TIC gallego.

---

<sup>1</sup> 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.

Finalmente, se puede destacar, ya en el entorno más local de A Coruña, el fuerte impacto y desarrollo del sector TIC que se podrá incrementar con la progresiva puesta en marcha de la "Cidade das TIC" en A Coruña o el impulso que supone la concesión de la sede de la AESIA (Agencia Española de Supervisión de la Inteligencia Artificial) a la ciudad de A Coruña, concesión fundamentada en el desarrollo TIC en el entorno de la ciudad y en la propia investigación TIC desarrollada por la UDC, focalizada en la Facultad de Informática y el Centro de Investigación en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (CITIC, reconocido con el distintivo de Centro Singular de Investigación de Galicia en 2016 y como Centro de Excelencia en 2024), centros a los que pertenece el profesorado del programa Computación.

Bajo estas premisas, el objetivo principal del Doctorado en Computación es la formación en sí de nuevos doctores en el área de Computación avanzada, esto es:

- OB1: Elaboración de la tesis doctoral y su defensa ante un tribunal de expertos. Para ello, siguiendo la orientación habitual de un doctor investigador (*philosophiae doctor*, Ph.D.) este objetivo principal se desglosa en los siguientes objetivos más específicos:
- OB2: Proporcionar una formación avanzada en metodología de la investigación y las tareas relacionadas: adquisición sistemática de conocimiento del estado del arte, desarrollo del método científico, planteamiento de hipótesis, evaluación de resultados, elaboración de publicaciones y presentación de trabajo de investigación.
- OB3: Requerir desde un primer instante el desarrollo de un trabajo de investigación de calidad, proporcionando los criterios de evaluación adecuados para este fin.
- OB4: Fomentar la creación e interpretación de nuevo conocimiento, a través de la elaboración de trabajo de investigación original que:
  1. Satisfaga una revisión por pares
  2. Amplíe la vanguardia de la disciplina y
  3. Haga mérito suficiente para su publicación.

La viabilidad económica del doctorado propuesto parte del hecho de que los medios materiales y servicios disponibles para la implantación del Programa de Doctorado en Computación coinciden con los ya contemplados en el actual programa de doctorado. Los recursos provienen principalmente de la Facultad de Informática de la Universidade da Coruña (UDC) en el campus de Elviña de A Coruña, así como del propio Departamento de Ciencias de la Computación y Tecnologías de la Información, al estar todo el profesorado adscrito a este departamento, con los recursos de los distintos grupos de investigación del departamento involucrados en el programa. Estos grupos cuentan con espacios asignados en dos edificios: la propia Facultad de Informática y el edificio del Centro de Investigación de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (CITIC) del mismo campus de la UDC. De este modo, el programa de doctorado constituye la vía normal para los estudiantes interesados en una etapa investigadora con la realización de una tesis doctoral en Computación y tras realizar uno de los grados impartidos en la Facultad de Informática de la UDC (Grado en Ingeniería Informática, Grado en Ciencia e Ingeniería de datos y Grado en Inteligencia Artificial) y posteriormente el Máster en Ingeniería Informática de la UDC (como vía de entrada directa al doctorado, como posteriormente se indica), o uno de los otros másteres del ámbito de Computación impartidos en la Facultad de Informática.

## 2 Mercado laboral.

- Estudio de las necesidades del mercado laboral en relación con la titulación propuesta
- Incorporación de perfiles profesionales en el título vinculados a los sectores estratégicos de Galicia
- Medidas previstas para el fomento del espíritu emprendedor y el autoempleo de los egresados

Como se ha indicado, el doctorado propuesto se enmarca dentro del sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). Como se ha reseñado previamente, según el último informe disponible de la Comisión Europea [CEU21], Alemania, Francia, Italia, España y Polonia han sido los 5 miembros que han aportado más empleo, en el que España generó el 9% del empleo en el sector TIC de la UE. En el ámbito gallego, de acuerdo al último informe elaborado por la "Axencia para a Modernización Tecnolóxica de Galicia" [AMTG23] ("O Hipersector TIC en Galicia") (incluyendo el sector de los contenidos y servicios audiovisuales), las empresas gallegas representan el 4.7% del total del hipersector TIC español y representan (año 2022) el 1.7% de las empresas de Galicia (4170 empresas contabilizadas a finales de 2022, con un crecimiento sostenido desde 2018), generando 28556 empleos en el año 2023 y un valor añadido bruto de más de 2000 millones de euros. Estos datos justifican la demanda real, por parte del sector TIC, de profesionales con perfil investigador, dando respuesta además a las necesidades formativas y científicas del Sistema Universitario de Galicia y al propio sector TIC gallego.

Además, aunque el doctorado propuesto presenta un importante componente de enfoque científico (no en vano, el nombre del área de Computación en inglés es Computer Science) en el que se prima la generación de nuevo conocimiento, frente a otras titulaciones de postgrado en el área TIC con un enfoque profesionalizante más propio de una ingeniería, donde se potencia sobre todo la aplicación innovadora del conocimiento existente, el programa fomenta igualmente el espíritu emprendedor. En este sentido, alguno de los antiguos alumnos del doctorado en Computación forman en la actualidad parte de la plantilla de empresas TIC nacionales con implantación en Galicia tales como Indra o Altia y de departamentos TIC de entidades bancarias como Abanca. Además de la labor tradicionalmente desarrollada en los grupos de investigación que dan soporte al programa, a lo largo de los últimos años se ha fomentado la creación de empresas spin-off. Destacan iniciativas como el vivero de empresas promovido por la UDC, de la que han surgido ejemplos notables tales como Lambdastream, Igalia o Enxenio y que cuentan con personal que se ha nutrido en mayor o menor medida con alumnos y profesores del doctorado en Computación de la UDC.

[AMTG23] Galicia dixital: O Hipersector TIC en Galicia Edición 2023.

[https://www.osimga.gal/sites/default/files/fc\\_documentos/2024\\_informehipersector\\_tic.pdf](https://www.osimga.gal/sites/default/files/fc_documentos/2024_informehipersector_tic.pdf)

[CEU21] Digital Economy and Society Index (DESI) 2021 The EU ICT Sector and its R&D Performance.

<https://digital-strategy.ec.europa.eu/es/policies/desi-rd-ict>

### **3 Demanda.**

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.

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

El programa de doctorado en Computación está vigente en la UDC desde hace más de 20 años. La propuesta actual constituye la adecuación del actual doctorado en Computación (vigente desde el año 2013, regido por el RD 99/2011) a la normativa del RD 576/2023. A su vez, el programa adaptado al RD 99/2011, fue resultado de la reestructuración del programa homónimo que se regía por el Real Decreto 778/1998 (extinguido en septiembre de 2009) y posteriormente el RD 1393/2007. El programa recibió en el año 2005 la Mención de Calidad del Ministerio de Educación y Ciencia (MCD 2005-00166, renovada en los cursos 2006/07 y 2007/08).

La propuesta de adaptación actual hereda así la gran experiencia acumulada en los anteriores programas, que han venido ofertándose ininterrumpidamente durante más de veinte años, manteniendo un corpus de contenidos más o menos estable, sin dejar por ello de adaptarse progresivamente a la constante evolución de las líneas de investigación en el departamento actual de Ciencias de la Computación y Tecnologías de la Información. Esta experiencia previa nos proporciona una gran fiabilidad en cuanto a la estimación del interés del título para la sociedad y, en concreto, de la demanda potencial del mismo.

La lista siguiente muestra el número de alumnos matriculados en los últimos cursos, indicando una estabilidad en la matrícula, por lo que se puede estimar esa misma tendencia de estabilidad o incremento en los próximos años.

Curso 2018/2019, matriculados: 31 (nuevas admisiones: 9)

Curso 2019/2020, matriculados: 38 (nuevas admisiones 9)

Curso 2020/2021, matriculados: 42 (nuevas admisiones: 18)

Curso 2021/2022, matriculados: 52 (nuevas admisiones: 16)

Curso 2022/2023, matriculados: 54 (nuevas admisiones 12)

Curso 2023/2024, matriculados: 56 (nuevas admisiones 12)

Teniendo en cuenta la estabilidad en el número de matriculados en los últimos años se ha propuesto ofertar un número de plazas de nuevo ingreso de 20 (el mismo que en el programa vigente).

Finalmente, el "Sistema de garantía de la calidad de la EIDUDC" (SGC), incluye el procedimiento para el seguimiento de la Demanda de cada POD (Programa Oficial de Doctorado) por curso académico (indicador de seguimiento D03-P01-I02 en el SGC). En este seguimiento, considerando los datos de oferta, demanda y perfil de ingreso, la CAPD (Comisión Académica del POD) de cada programa identifica las necesidades de promoción del POD y elabora las acciones de captación del alumnado, evaluando así las necesidades de revisión en el número de plazas ofertadas.

#### **4. No duplicidad.**

Como se ha indicado, el doctorado propuesto presenta un importante componente de enfoque científico en el que se prima la generación de nuevo conocimiento, frente a otras titulaciones de postgrado en el área TIC con un enfoque más tecnológico o profesionalizante así como de innovación. En este sentido, en la Universidad de A Coruña están implantados los doctorados en "Tecnoloxías da Información e as Comunicacions" o el programa interuniversitario en "Investigación en Tecnoloxías da Información" entre la USC y la UDC. Estas propuestas incluyen un amplio abanico de disciplinas externas a las ciencias de la computación (biomedicina, hardware, sistemas de comunicaciones, análisis y procesamiento de señal, simulación numérica en ingeniería, astrofísica, etc.), mientras que el Doctorado en Computación posee un fuerte componente de investigación fundamental, a la vez que muchas las líneas de investigación orientada pertenecen exclusivamente al ámbito de la computación (sistemas inteligentes, sistemas distribuidos y concurrentes, gestión de la información, etc.). En resumen, por su carácter fundamental y exclusivamente centrado en la disciplina, el Doctorado en Computación es probablemente "imprescindible" en un centro de Informática que desee ofertar estudios de postgrado.

#### **5 Otros.**

Planificación de la conexión de las titulaciones de grado, máster y doctorado

Coherencia de la titulación propuesta con el Plan Estratégico de la universidad que hace la propuesta

Innovación docente e investigadora: fomento de la utilización de TIC y nuevas tecnologías

Coordinación en redes internacionales de calidad

En el programa de doctorado en Computación de la UDC, una vez cumplidos los requerimientos detallados en el Real Decreto 576/2023 en cuanto a requisitos de acceso y criterios de admisión, como requisito adicional específico, se requiere un perfil de ingreso principalmente orientado a titulaciones universitarias del ámbito de la Informática, o a disciplinas afines que puedan proporcionar una formación relevante o adecuada para algún área específica de investigación en Computación. Así, se exige estar en posesión de un título universitario que pertenezca a alguna de las siguientes disciplinas: Informática (preferentemente), Matemáticas, Telecomunicaciones, Física o Ingeniería Industrial.

Como se ha indicado en la memoria de verificación (apartado 3.2), se considerará como vía de acceso directa la posesión del título de Máster en Ingeniería Informática de la Facultad de Informática de la Universidad de A Coruña, constituyendo así el doctorado propuesto la vía directa para aquellos estudiantes que habiendo realizado el Grado en Ingeniería Informática, el Grado en Ciencia e Ingeniería de Datos o el Grado en Inteligencia Artificial de la UDC, continúen con la realización del Máster en Ingeniería Informática de la UDC (u otro de los ofertados en la Facultad de Informática del ámbito de Computación) para finalmente optar a la etapa investigadora en el doctorado en Computación propuesto.

El profesorado de la propuesta utilizará la infraestructura TIC de la UDC en cuanto a su labor docente, con el uso de herramientas docentes como Campus Online, al igual que en las titulaciones de grado y máster. Finalmente, los distintos grupos de investigación del Departamento de Computación mantienen un amplio conjunto de colaboraciones con otros

grupos y Universidades españolas y extranjeras, que garantizan la formación y movilidad de los doctorandos. De igual modo, se mantienen colaboraciones con diferentes empresas del entorno TIC, a través de contratos con las mismas por parte de los diferentes grupos, además de la colaboración de doctores y profesores con diferentes spin-off mencionadas en el apartado 1.2 de la memoria de verificación.

## **Memoria económica<sup>2</sup>**

### **Justificación de la viabilidad económica:**

- Análisis de las necesidades presentes y futuras en recursos humanos, infraestructuras y otros bienes para la implantación del programa de doctorado.
- Justificación del origen de los recursos necesarios.

En el Anexo I de la memoria de verificación se incluye la lista de profesores del Departamento de Computación que forman parte del programa propuesto. El programa cuenta con 50 profesores de la UDC, más dos externos de la USC y UVigo. El 100% del personal tiene investigación reconocida, bien mediante la concesión de sexenios o bien por poseer la acreditación de Contratado Doctor. Las categorías son: 14 catedráticos/as, 26 profesores/as titulares, 3 contratados/as doctor y 9 ayudantes doctor. En el Anexo I se detallan también los grupos de investigación del Departamento que prestarán su apoyo al programa.

Actualmente (2024), considerando el profesorado del programa perteneciente a la UDC (50 profesores/as), el número de sexenios total es de 128, que supone una media de 2,56 contando todos los profesores de la UDC. Se debe reseñar, además, que 19 profesores del programa (pertenecientes a la UDC) obtuvieron el reconocimiento del sexenio de transferencia. Es decir, cerca de la mitad de los 50 profesores del programa (pertenecientes a la UDC) tiene reconocido un sexenio de transferencia.

El número de alumnos matriculados en el curso 2023/2024 fue de 56. Por tanto, una ratio de prácticamente un profesor por cada alumno, suficiente para atender la labor de gestión y tutoría de todos los alumnos.

Al igual que en el programa de doctorado en vigor, la adaptación propuesta del programa de doctorado mantendrá, a través de los grupos de investigación que lo soportan, una amplia agenda de contactos con otras universidades y centros de investigación extranjeros y nacionales, que se ha plasmado a lo largo de los últimos años en numerosas estancias de investigación de doctorandos (las más recientes reseñadas en el apartado 8 de la memoria de verificación), charlas y clases de profesores visitantes, asistencia como miembros de tribunales de tesis, proyectos de investigación coordinados y numerosas publicaciones conjuntas con investigadores de otras universidades. Las relaciones principales que se han mantenido y que se mantendrán en el futuro han sido principalmente con Yahoo! Research Lab. (Barcelona), INRIA (Francia), Nasa Langley Research Center (Hampton, VA, USA), Computational Neuroengineering Lab. (University of Florida, Gainesville, USA), Universidad Veracruzana, Universidad de Chile, University of Houston (TX, USA), University of Gothenburg (Sweden), y Universidades de Santiago de Compostela, Vigo y Politécnica de Madrid.

En relación a los recursos materiales, en el apartado 7 de la memoria de verificación se especifican los recursos materiales disponibles para la impartición del programa propuesto. Partimos del hecho de que los medios materiales y servicios disponibles para la implantación del Programa de Doctorado en Computación coinciden con los ya contemplados en el actual programa de doctorado. Los recursos provienen principalmente de la Facultad de Informática de la Universidade da Coruña (UDC), así como del propio Departamento de Ciencias de la Computación y Tecnologías de la Información al que pertenece el profesorado del programa, con los recursos de los distintos grupos de investigación del departamento involucrados en el

---

<sup>2</sup> Según el artículo 5.1.b 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. Estos grupos cuentan con espacios de investigación asignados en dos edificios: la propia Facultad de Informática y el edificio del Centro de Investigación de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (CITIC) de la UDC.

En la Facultad de Informática, los espacios asignados están distribuidos en los distintos laboratorios de investigación debidamente equipados (puestos informáticos, conexión de red, servidores, impresoras, etc.). En la actualidad, el departamento tiene asignados 7 laboratorios de investigación completos, además de distintas salas de reuniones y de seminarios de pequeño aforo (entre 15 y 20 personas). Por otro lado, en el CITIC, los distintos grupos de investigación que dan soporte al programa tienen asignados diferentes espacios en los laboratorios del CITIC, además de contar también con espacios para celebración de reuniones y un despacho por cada laboratorio. Aparte de estos recursos, cada grupo del departamento cuenta con otros recursos propios adaptados a las líneas de investigación en las que trabaja. Estos recursos van desde clústeres de ordenadores en red hasta equipación robótica (motores, sensores, cámaras de vídeo, etc.).

Además de las aulas de la Facultad de Informática, el Departamento de Ciencias de la Computación y Tecnologías de la Información tiene asignados 2 de los 4 seminarios disponibles en la Facultad. Estos seminarios se han venido utilizando para la docencia de cursos con menor volumen de estudiantes, ya que favorece un contacto más directo entre profesor y alumnos que el que se produce en un aula normal.

En el caso de conferenciantes de prestigio con mayor atractivo no sólo para los estudiantes del programa de doctorado, sino para el alumnado en general, la Facultad dispone de un Salón de Actos con capacidad para unas 500 personas y con todos los medios técnicos necesarios para este tipo de actividades.

Además de los recursos reseñados en el apartado 7 de la memoria, los estudiantes disponen de servicios como la biblioteca universitaria (<http://www.udc.es/biblioteca/>), con un amplio catálogo de revistas y otros documentos electrónicos. Como se ha indicado en el apartado 3.1 de la memoria, con la creación del Consorcio de Bibliotecas de Galicia (BUGalicia), desde 2004 se puede acceder a las revistas electrónicas a las que el Consorcio se suscribió, de las editoriales ACS, Elsevier, Wiley, Springer-Kluwer, Cambridge, IEEE, Nature, Oxford, Taylor, etc. Esto supone el acceso electrónico a un gran número de revistas relevantes en los campos de interés de este programa de doctorado. Las Bibliotecas de todos los centros son puntos de acceso a las Bibliotecas Universitarias, desde donde se pueden consultar todas las bases de datos suscritas por las universidades y BUGalicia. En este sentido, destacan las bases de datos de INSPEC-COMPENDEX, Medline, SciFinder Scholar, ISI Web of Science, ISI Citation Reports, ISI Current Contents, Scopus. Por otra parte, la biblioteca de la Facultad de Informática, especializada en Informática, posee un considerable tamaño y relevancia (más de 35000 volúmenes disponibles).

Con respecto a los criterios de accesibilidad universal expuestos en la Ley 51/2003 de 2 de diciembre, la Facultad de Informática está adaptada para el acceso de las personas con discapacidad (rampas de acceso, plazas de aparcamiento, aseos adaptados, etc.) y, de hecho, el edificio es supervisado periódicamente en este aspecto, así como en los de seguridad e higiene. Además, existe en la UDC una Unidad de Atención a la Diversidad (ADI) ([https://www.udc.es/es/gobierno/equipo\\_reitoral/vid/ADI/](https://www.udc.es/es/gobierno/equipo_reitoral/vid/ADI/)) para atender a los miembros de la comunidad universitaria con necesidades especiales derivadas de la discapacidad o de otras formas de diferencia frente a la población mayoritaria. La unidad ADI se dirige, por tanto, al conjunto de participantes en los estudios superiores: alumnado, profesorado y personal de administración y servicios.

En la previsión de obtención de recursos externos que sirvan de apoyo a los doctorandos en su formación y que puedan servir también de base a la labor investigadora de los doctorandos, hay que tener en cuenta que todos los grupos de investigación tienen proyectos

de investigación competitivos vigentes, que proveerán de recursos externos de apoyo a la labor investigadora de los doctorandos. Además de los recursos obtenidos a través de las convocatorias de investigación de organismos públicos, los grupos de investigación involucrados en el programa disponen de financiación adicional a través de convenios y contratos con diferentes empresas del entorno, que proveen un apoyo adicional.

Los doctorandos podrán optar a las ayudas para la asistencia a congresos y estancias en el extranjero u otras universidades y que sirvan de apoyo en su formación (reseñadas en el apartado 7 de la memoria de verificación). El Vicerrectorado de Investigación mantiene información actualizada sobre las diferentes convocatorias de ayudas. Esta información estará también accesible desde la página web del doctorado.

Finalmente, la Unidad de empleo de la UDC (<https://www.udc.es/es/emprego/>) proporciona al estudiantado orientación, información y formación de cara a la mejora de su empleabilidad en el acceso al mundo laboral.