

Memoria Xustificativa e Memoria Económica
DO PROGRAMA INTERUNIVERSITARIO DE DOUTROAMENTO EN
“LÁSER, FOTÓNICA E VISIÓN”

(Orde de 20 de marzo de 2012 que desenvolve o Decreto 222/2011, sobre autorización de titulacións oficiais no Sistema Universitario de Galicia)

http://www.xunta.es/dog/Publicados/2012/20120329/AnuncioG0164-220312-13863_gl.pdf

ANEXO I Memoria xustificativa (artigo 5.1.a)

Limiar: esta Memoria Xustificativa corresponde á Titulación de Doutoramento en “Láser, Fotónica e Visión” xa existente, e que se procede a modificar de acordo con establecido no Real Decreto 576/2023, BOE 18/07/2023. O Programa de Doutoramento (PD), interuniversitario, en Láser, Fotónica e Visión (LFV) foi ofertado por primeira vez no curso 2013-2014 (Acreditación el 25/09/2013, Memoria modificada y aprobada el 04/07/2014). Asemade, obtivo a Renovación da Acreditación o 26/01/2022. É un PD interuniversitario entre a USC (Universidade Coordinadora), UVIGO e UDC. A primeira promoción do actual PD comezou seus estudos en dito curso 2013/2014 seguindo las directrices recollidas no RD 99/2011 del 28 de Xaneiro (BOE 10/02/2011) polas que se regulaban as ensinanzas oficiais dos novos títulos de doutoramento e se establecían os requisitos para obter el título de Doutor.

Requisitos xerais

I. Xustificación de interese socioeconómico para a Comunidade Autónoma.

I.1.-Incidencia e beneficios xerais e económicos

A ciencia e a tecnoloxía óptica do Láser, a Fotónica e a Visión é un amplo campo do coñecemento cuxo obxectivo é o estudo da xeración, transmisión, control, manipulación e detección da luz, xunto co desenvolvemento de tecnoloxías con aplicacións de elevado interese en múltiples e dispares ámbitos socio-económicos e sanitarios, que van dende as telecomunicacións, as ciencias da vida e a saúde, o medio ambiente, a metroloxía industrial, o lecer, a mellora da calidade de vida, etc, até as fronteiras científico-técnicas como a nano-óptica, o procesado e as comunicacións cuánticas, os metamateriales ópticos, etc. Abrangue, daquela, dende elementos que forman parte da vida cotiá até innovadoras investigacións que acadan as fronteiras do coñecemento científico. A evolución da ciencia e da tecnoloxía óptica do Láser, a Fotónica e a Visión foi unha constante ao longo da historia no acompañamento e o desenvolvemento de moitas outras disciplinas que contribuíron de xeito directo ao progreso e á innovación. Así na actualidade, e dun xeito natural, a óptica complementase coa electrónica, a informática, a micromecánica, etc., dando lugar a unha miríade de aplicacións altamente

especializadas como as técnicas de metroloxía óptica industrial, a instrumentación bio-óptica, os sensores ópticos medio-ambientais, as telecomunicacións ópticas, a visión, a iluminación, etc., e a produtos de grande consumo como as cámaras dixitais, os proxectores dixitais, os soportes ópticos de almacenamento de información ou imaxes, lentes oftálmicas, etc.

En termos socio-político-económicos, o sector científico-técnico da ciencia e a tecnoloxía fotónica é de extrema importancia para os grandes retos do século XXI. De feito a Unión Europea declarou á Fotónica como unha tecnoloxía chave de habilitación (KET), recoñecendo a importancia do sector sobre os retos da sociedade de hoxe e do futuro. Polo tanto, esta clara incidencia socio-económica e sanitaria do campo da óptica ao través do Láser, a Fotónica e a Visión, xunto coa súa incidencia científico-académica, constátase tamén pola crecente variedade de centros académicos e de investigación, como por exemplo, pola súa especificidade e referencia, O CREOL (The College of Optics & Photonics da University of Central Florida) , xunto con centros industriais de Óptica, Fotónica e Visión visibles por exemplo en Conferencias de Mostras en Photonics Europe (Europa), Photonics West (USA), así como nunha ampla variedade de actividades ao redor das novas tecnoloxías ópticas (SPIE & Internacional Society for Optics and Photonics, EPIC-European Photonics Industry). Todas estas circunstancias reflicten unha demanda clara e perentoria de persoal formado nos fundamentos e aplicacións deste campo do coñecemento, o que á súa vez fai cada vez máis atractiva e sobre todo necesaria unha formación de Doutorado que permita unha especialización de alto nivel nos distintos aspectos do Láser, a Fotónica e a Visión para contar con recursos humanos a medio-longo prazo nas tarefas de investigación, desenvolvemento e innovación dun xeito autónomo e eficiente.

A título ilustrativo, e preferentemente dentro do ámbito galego, podemos presentar exemplos de uso destas tecnoloxías en distintos sectores. Así temos o da automoción, onde a soldadura con láser é o método máis empregado na construción de carrocerías de coches. Este sector está representado en Galicia por empresas como CITROEN en Vigo ou AIMEN e CTAG en Porriño. Ademais, empresas como LASER GALICIA empregan láseres de CO₂ para o corte de diferentes materiais. Temos tamén o sector das telecomunicacións ópticas, onde se empregan láseres de semiconductor e diferentes dispositivos fotónicos para producir bits de información que son transmitidos por febra óptica, como a instalada en Galicia pola empresa R, ou que son procesados por sistemas fotónicos para redes locais, como os desenvolvementos feitos pola empresa TELEVES. Asemade, o sector sanitario benefíciase das novas técnicas LASIK para a corrección visual, usadas por exemplo no CHUS de Santiago de Compostela, así como de numerosas técnicas de análise e de cirurxía estética e cirurxía non invasora baseadas no Láser e na óptica adaptativa, e mesmo na desinfección por luz UV. Ademais de solucións cirúrxicas, as tradicionais (lentes progresivas, lentes de contacto, lentes intraoculares, etc.) foron evolucionando ata o punto de requirir unha resposta máis personalizada para conseguir a máxima eficacia e comodidade, o que carrega unha gran demanda de novas técnicas

de deseño e de medida dos novos compoñentes oftálmicos. De maior volume de negocio a nivel mundial atópase o sector da Microelectrónica e a Optoelectrónica, dado que, por exemplo, os díodos Láser para lectores, xunto coa súa óptica correspondente, son os máis vendidos do mundo. Empresas europeas líderes no sector, como Phillips, supoñen un claro exemplo.

En la actualidad, como ya se comentó, es destacable también en términos más disruptivos, la fuerte implicación de la fotónica en la inteligencia artificial y las tecnologías cuánticas. En este último caso, es relevante indicar a título ilustrativo que el Premio Nobel de Física 2022 recayó en los físicos A.Aspect, J.F.Clauser y A.Zeilinger por sus trabajos pioneros en Información Cuántica, y el Premio Nobel de Física 2023 recayó en P.Agostini, F.Krausz y A.L.Huillier, todos ellos basados en el láser, las tecnologías fotónicas y la luz cuántica. En este sentido, las comunicaciones cuánticas (criptografía cuántica y QKD), la metrología y los sensores cuánticos, e incluso los procesadores cuánticos de pocos qubits, se están convirtiendo en nuevas tecnologías cuánticas que encuentran en la fotónica cuántica y las fuentes cuánticas basadas en láser una plataforma de desarrollo extraordinaria, como SPDC de dos fotones (conversión descendente paramétrica espontánea). Debemos indicar que el PD ha experimentado un fuerte crecimiento en el campo de las tecnologías cuánticas fotónicas; en particular, hay varios investigadores y grupos de este PD que participan en el Programa Complementario de Comunicaciones Cuánticas con fondos Next GenerationEU, liderado por UVIGO. También son varios los investigadores de este PD que participan en la PERTE-chip (Cátedra Televés en Diseño Microelectrónico) solicitada por la USC y recientemente concedida donde hay una línea sobre Fotónica Integrada en Sílice-Silicio.

Dado que se trata da modificación dun titulación xa existente regulado polo RD 99/2011 del 28 de Xaneiro (BOE 10/02/2011), fíxose un seguimento da incorporación ao mercado laboral dos 27 Doutores/as egresados do programa dende a súa implantación no 2013-2014 (en realidade poderíamos dicir 34 egresados xa que 7 deles estaban no antigo programa de “Fotónica e Tecnoloxías do Láser” regulado polo RD 1393/2007, equivalente a este, pero que non solicitaron o paso ao novo programa, por distintas razóns administrativas, se ben os titores e directores era todos do actual Programa en Láser, Fotónica e Visión regulado polo RD 99/2011). A taxa de emprego destes egresados foi de case que o 100%, cun 60% deles incorporados a Centros de Investigación nun 50%, a Docencia sobre un 10%, e un 40 % incorporados ao sector industrial e comercial.

En resumo, a ciencia e tecnoloxía do Láser, a Fotónica e a Visión poden fornecer claramente de nichos tecnolóxicos onde é posible un sistema de I+D+i local que non se resinta con respecto á competencia de grandes sistemas de I+D+i multinacionais, pero que precisa necesariamente de recursos humanos formados para a súa materialización. Deste xeito seguir contando cun Programa Interuniversitario de Doutoramento en “Láser, Fotónica e Visión” é a máis potente ferramenta para contribuír con capital humano ao progreso e ao desenvolvemento socioeconómico sostible da Comunidade de Galicia.

I.2.– Carácter esencial ou estratéxico: resposta a necesidades prácticas e científicas do SUG.

O Programa de Doutoramento “Láser, Fotónica e Visión” que se propón é en realidade a modificación do actualmente vixente programa interuniversitario de “Láser, Fotónica y Visión”, regulado polo RD 99/2011 del 28 de Xaneiro (BOE 10/02/2011), das tres Universidades galegas: USC, UVIGO y UDC. O Programa pretende seguir dando resposta a unha demanda do sistema de I+D+i tanto galego como nacional e internacional, como é a preparación de profesionais formados no campo da ciencia e a tecnoloxía do Láser, a Fotónica e a Visión. Como xa se indicou anteriormente, conséntase unha notable relevancia das aplicacións deste campo tanto na industria como en diferentes partes do tecido empresarial e mesmo no ámbito sanitario, xa que os Láseres, xunto cos dispositivos Fotónicos, e todo elo en estreita relación coa Visión, utilízanse en sectores tan variados como as telecomunicacións, as aplicacións biomédicas e medio-ambientais, os novos sistemas de produción industrial, a oftalmoloxía, etc., e todos eles, á súa vez, concentrados ao redor das novas tecnoloxías e do I+D+i. A razón da vixencia de todo isto é que dende un punto de vista histórico o Láser aparece en 1960, pero o desenvolvemento de láseres e dispositivos fotónicos específicos con potencia e/ou características necesarias para o seu emprego eficiente, nos sectores antes indicados, non chegou até os anos oitenta-noventa, polo que pode e debe considerarse que tanto os láseres como a fotónica constitúen unha nova tecnoloxía científico-técnica. Sen embargo, ao contrario do sucedido con outras novas tecnoloxías, como as informáticas (inda que estas xa comezan a atopar problemas ante a inminente chegada da intelixencia artificial), a carencia de especialistas formados neste campo segue sendo aínda notabilísima na actualidade debido á práctica ausencia de programas e mesmo de centros especializados de formación neste campo. A nivel galego algúns centros foron pioneiros na oferta de este tipo de formación a nivel de Licenciatura, como por exemplo a Facultade de Física da USC coa especialidade de Física da Luz e a Radiación no Máster en Física, ou algunhas Escolas de Enxeñaría de Telecomunicacións, así como algúns Programas de Doutoramento, e agora ao actual Programa de Láser, Fotónica e Visión, vixente dende o curso 2013-2014. En todos estes casos incluíanse certos fundamentos do Láser e de dispositivos fotónicos, pero sen chegar a cubrir todos os aspectos formativos do campo, e moito menos os aspectos investigadores e innovadores, e sobre todo sen facer fincapé nas necesidades da industria que reclama profesionais de alto nivel formados en este tipo de tecnoloxías, e que co actual PD xa se contribúe de forma máis eficiente dar unha resposta á esa necesidade de profesionais. Como afirma a comisión Europea nas súas recomendacións da carta europea do investigador na súa páxina 4: "Europa debe desenvolver titulacións viables e atractivas na investigación e o desenvolvemento tecnolóxico". Nos engadimos que o SUG debe facelo tamén, inda que neste caso xa se conta co vixente Programa Interuniversitario de Doutoramento regulado polo RD 99/2011 del 28 de Xaneiro (BOE 10/02/2011) e do que se solicita a súa modificación para ampliar e intensificar a súa oferta e potencialidades.

I.3.– Equilibrio territorial do SUG

O Programa recolle a xa dilatada experiencia adquirida por un amplo equipo docente e investigador interuniversitario galego especializado no campo da óptica e en particular na ciencia e tecnoloxía do Láser, a Fotónica e a Visión, pertencente a grupos de investigación das tres Universidades galegas: USC, UVIGO e UDC, e por tanto respectando, e sobre todo enriquecendo, o equilibrio territorial do SUG. Gran parte deste equipo está á súa vez inmerso no Programa Interuniversitario de Doutoramento que se modifica (Láser, Fotónica e Visión) e tamén en distintos Mestrados como o Máster Interuniversitario (galego) de Ciencia y Tecnoloxía para Información Cuántica, que será unha das fontes pero non a única, de estudantes para o Programa Interuniversitario de Doutoramento que se modifica. En definitiva, o Programa Interuniversitario (USC, UVIGO e UDC) de Doutoramento en Láser, Fotónica e Visión, ten coma obxectivo central a formación teórica e experimental de expertos (académicos ou profesionais) que poidan desenvolver de forma eficiente a súa actividade en áreas básicas e aplicadas do Láser, a Fotónica e a Visión, incluíndo áreas como: a bio-óptica, a metroloxía óptica e os sensores ópticos, novos dispositivos fotónicos para comunicacións ópticas, tecnoloxía láser para a industria e a medicina, etc., atendendo así ás crecentes e cada vez máis estratéxicas demandas e necesidades dos ámbitos académico e profesional, e daquela contribuír desta maneira tanto ao desenvolvemento de sectores socioeconómicos específicos (industria, medicina, medio ambiente, enerxía, demótica, telecomunicacións, ...), como aos aspectos fundamentais da propia ciencia e tecnoloxía da luz.

II. Mercado laboral.

II.1.– Estudo das necesidades do mercado laboral en relación coa titulación proposta.

A elevadísima taxa de inserción no mercado laboral de estudantes que se doutoraron no actual PD en Láser, Fotónica e Visión (a porcentaxe de parados é practicamente nula, tal e como se indicou en I.1), é un indicio da vixente necesidade do mercado laboral deste tipo de persoal altamente cualificado. É de agardar, como así se constatou neste 10 anos de vixencia do actual PD (ver de novo I1), que unha formación de Doutoramento reporte ademais unhas altas posibilidades non só de persoal técnico superior altamente cualificado, senón tamén de persoal formado para tarefas de I+D+i (sobre un 55% de egresado se incorporaron a I+D+i). Asemade, a descrición feita anteriormente sobre empresas galegas que desenvolven as súas tarefas, total ou parcialmente, no campo da ciencia e a tecnoloxía do Láser, a Fotónica e a Visión, son tamén indicios de que é posible desenvolver un mercado laboral nese ámbito a medio-longo prazo de gran futuro, sempre e cando se conten na propia Comunidade cos recursos humanos altamente cualificados para tarefas de I+D+i no dito campo. Neste momentos, constátase unha inserción laboral do 36% no sector industrial. Hai un 9% de egreso no sector académico-docente.

II.2.- Incorporación de perfís profesionais no título vinculados aos sectores estratéxicos de Galicia.

Tarefas profesionais de I+D+i no uso do Láser no sector da automoción (soldadura con Láser, endurecemento, recubrimentos, etc.). Este sector está representado en Galicia por empresas como p.ex. Citroen en Vigo , Aimen ou CTAG en Porriño.

-Tarefas profesionais de I+D+i no uso do Láser no sector industrial (corte de diferentes materiais, tradeado, marcado, prototipado Láser, etc.). Empresas como "Láser Galicia" empregan Láseres de CO2 para o corte, ou faise marcado e prototipado rápido con Láser, como ocorre no CIS Galicia de Ferrol.

-Tarefas de I+D+i en dispositivos para redes de febra óptica no sector das telecomunicacións ópticas (uso de láseres, desenvolvemento de dispositivos fotónicos para redes locais, etc.). Empresas como, p.ex., R ou TELEVES fan uso de Láseres e dispositivos para optimizar e ampliar redes de febra óptica.

Tarefas de I+D+i para o desenvolvemento de tecnoloxía cuántica para comunicacións cuánticas e metroloxía cuántica (p.ex., as empresas GRADIANT, Fujitsu, CESGA, ...).

-Tarefas de I+D+i no uso e desenvolvemento do láser como instrumento cirúrxico, de diagnóstico ou de imaxe óptica no sector sanitario (técnicas LASIK para corrección visual, OCT para diagnóstico, etc.)

-Tarefas de I+D+i en dispositivos sensores para os sectores medioambiental e demótico (detección de contaminantes, sistemas sensores compatibles con redes ópticas, ...) e industrial (interferometría *speckle*, metroloxía óptica, ...)

-Tarefas de I+D+i na produción de dispositivos ópticos integrados con tecnoloxías de escritura directa Láser, intercambio iónica en vidro, deposición selectiva de Sílice dopado sobre Silicio, etc. (empresas de telecomunicacións, microelectrónica, ...)

-Tarefas de I+D+i no tratamento superficial de materiais para mellora das súas propiedades ópticas, físicas e químicas.

-Tarefas de I+D+i no uso do Láser para aceleración de partículas e produción de radioisótopos e radiofármacos de vida media curta para detección de enfermidades.

Tarefas de I+D+i para o deseño e caracterización de todo tipo de compoñentes oftálmicos (lentes, lentes de contacto e intraoculares)

II.3.– Medidas previstas para o fomento do espírito emprendedor e o autoemprego dos egresados.

A ciencia e tecnoloxía do Láser a Fotónica e Visión ten uns aspectos claros de nicho tecnolóxico, polo que alberga grandes posibilidades de emprendimento e autoemprego. Dende tarefas de consultoría neste grande ámbito dos Láseres, os Dispositivos e Sistemas Fotónicos, e a Visión, até a posibilidade de desenvolver pequenos sistemas metrolóxicos, sensores, etc., en demótica, medio-ambiente, etc., que poderían chegar a ser posibilidades de emprendimento e autoemprego pero que precisan dunha cultura de toma de iniciativa, de aposta e de risco socio-económico moi pouco instalada aínda na sociedade española en xeral, e na galega en particular. En calquera caso a curto-medio prazo semella máis realista pensar nunha inserción no tecido empresarial existente. A medida fundamental a tomar, en calquera caso, será incorporar na formación transversal coñecementos sobre como artellar tarefas emprendedoras e con que medios ou axudas se conta, é dicir, saber detectar, dende a etapa de investigación, ideas susceptibles de emprendimento, e de como desenvolverlas e financiarlas. A USC conta cunha liña estratéxica específica dedicada a facilitar o emprendimento.

III. Demanda.

III.1.– Previsións de matrícula tendo en conta a análise da demanda real dos estudos propostos por parte de potenciais estudantes e da sociedade.

-Demanda do Estudantado: máis que previsións podemos dar datos do actual Programa de Doutoramento de Láser, Fotónica e Visión, onde se matricularon 50 alumnos no período 2020-2025, dos cales, abandonaron 2 alumnos e se doutoraron 15 alumnos. A previsión é que se poder manter esta demanda.

-Demanda da Sociedade:

moitos dos alumnos que cursaron o Máster en Física na Especialidade de Física da Luz e Radiación, así coma outros que cursaron o Máster Interuniversitario (galego) en Ciencia e Tecnoloxía da Información Cuántica, e por suposto, como xa foi comentado, os egresados do vixente Programa de Doutoramento en Láser, Fotónica e Visión foron e están obtendo postos de traballo en empresas galegas, españolas e mesmo estranxeiras, que desenvolven, toda ou parte da súa actividade empresarial de I+D+i, no campo das tecnoloxías do Láser, e /ou dispositivos Fotónicos, e/ou relacionados coa Visión. Empresas galegas que absorberon ou poden absorber este capital humano son: AIMEN, GENERAL DYNAMICS, GRADIANT, T-SOLAR, CTAG, LOMG, ...

Por outra banda, tamén salientan outras empresas no ámbito español como: MECWINS, IMPLASER, INDO, ..., e en xeral todas aquelas que se atopan na Plataforma Tecnolóxica Fotónica²¹ ou no listado SECPhO (Southern European Cluster of Photonics and Optics). Asemade, no ámbito internacional salientan como empresas que absorberon personal formado no SUG en Óptica e Fotónica: NEC (USA), CAMBRIDGE CONSULTANTS (UK), PHILIPS (NL), NXPsemiconductors (NL), etc. En resumo, é obxectivo a elevadísima taxa de inserción no mercado laboral relacionado coas tecnoloxías do Láser, a Fotónica e a Visión.

III.2.– Descrición de medidas previstas para a revisión da titulación motivada por cambios na demanda.

Dado que é un Programa de Doutoramento moi amplo e versátil en contidos e saídas profesionais, a pesares da súa alta especificidade, e ademais atópase asentado sobre unha demanda académica contrastada e unha demanda socio-económica moi ampla, moi tanxible e de gran incidencia a medio-longo prazo, segundo todos os indicadores, non se agarda no medio prazo unha necesidade revisión da titulación. Sen embargo, de selo caso, procederíase a analizar se as causas dos cambios de demanda á baixa son coxunturais ou estruturais, e de seguido redefinir o tipo de oferta de traballos de investigación xunto cos cambios formativos ou metodolóxicos necesarios, e de selo caso a modificación do título.

IV. Non duplicidade.

– Mención de ensinanzas afíns preexistentes nesta universidade.

– Acreditación da non coincidencia de obxectivos e contidos con outras titulacións existentes (coincidencia máxima do 50% dos créditos).

Non hai ensinanzas afíns a este Programa de Doutoramento preexistentes no SUG, e as que hai e se poden considerar como parcialmente afíns son de Grao e Mestrado, que poden servir de orixe de alumnos para este Programa de Doutoramento.

V. Outros.

V.1.– Planificación da conexión das titulacións de grao, máster e doutoramento.

O Programa de Doutoramento de Láser, Fotónica y Visión que se modifica para adaptalo á lexislación actual conecta plenamente con títulos universitarios de Grao do ámbito das ciencias e das enxeñerías relacionadas total ou parcialmente coa Óptica e a Fotónica, como poden ser: a Óptica e a Optometría, a Física, as Matemáticas, a Enxeñería Electrónica, a Enxeñería Eléctrica, a Enxeñería en Telecomunicacións, a Enxeñería de Materiais, a Bioenxeñería e a Biofísica, etc.

De xeito natural tamén conecta con todos aqueles Mestrados conectados á súa vez cos Graos anteriores, do que obviamente salientan os Mestrados relacionados cos Láseres, a Fotónica, a Visión, e en xeral coa Óptica, como é o caso p.ex. do Máster Interuniversitario de Ciencia e Tecnoloxía da Información Cuántica, onde o Láser e a Fotónica teñen unha certa omnipresencia, especialmente no relativo ás comunicacións ópticas cuánticas, e a metroloxía óptica cuántica, e tamén Mestrados existentes noutras Universidades como o coordinado pola Universidade de Valladolid: Máster en Ciencias de la Visión, ou o Máster de Fotónica coordinado pola Universitat Politècnica de Catalunya, ou o Máster de Física y Tecnología del Láser de la USAL.

Con respecto aos Mestrados da USC que poden ser trampolín para unha formación de Doutoramento en “Láser, Fotónica e Visión”, destacarían o Mestrado como o de Física da USC na Especialidade en Física da Luz e tamén na Especialidade de Materiais, Máster en Enxeñaría Matemática (interuniversitario), Máster en Enerxías Renovables e Sustentabilidade Enerxética, etc.; na UVIGO: Máster en Teoría do Sinal e Comunicacións, Máster en Tecnoloxías e Procesos na Industria do Automóbil, Máster en Contaminación Industrial: Avaliación, Prevención e Control, Máster en Tecnoloxía Medioambiental, etc.; e na UDC: Máster en Física Aplicada, Máster en Enxeñería Industrial, etc.

En resumo, existe unha ampla base de titulacións de Grao e Máster que poden permitir a culminación en estudos de doutoramento do Programa de Doutoramento en “Láser, Fotónica y Visión”. A planificación máis sinxela corresponderá a seguir facendo unha publicidade sobre do Programa de Doutoramento aos alumnos dos Mestrados máis afíns anteriormente indicados ofertando mesmo liñas específicas de traballo que poidan ser obxecto de culminación ou materialización nunha Tese de Doutoramento. Con respecto a outros Mestrados ou procedencias académicas menos afíns, planificarase un conxunto de actividades de formación ou complementos formativos cuxo artellamento recollerase na Memoria de Solicitud do Programa.

V.2.– Coherencia da titulación proposta co Plan Estratéxico da universidade propoñente.

A coherencia do Programa de Doutoramento en “Láser, Fotónica y Visión” co Plan estratéxico das Universidade participantes é amplo e profundo. Coma exemplo salientamos algúns aspectos recollidos no Plan Estratéxico da USC e que en grande medida son compartidos coa UVIGO e UDC. Así constátase que este Programa trata de contribuír polo seu contido ao “Compromiso coa transferencia de coñecemento á sociedade como contribución ao desenvolvemento social e económico de Galicia”, ao “Compromiso cun desenvolvemento sostible”, e ao “Compromiso de servizo á sociedade”.

Por outra banda, o seu carácter interuniversitario contribúe á “Colaboración entre as universidades do SUG e con outras institucións e organismos” e a evitar a “multiplicidade na oferta docente do SUG”. Asemade, e dentro das liñas estratéxicas das tres universidades o Programa de Doutoramento que se propón polo seu carácter altamente aplicado axudará a consolidar o “Crecente interese do tecido económico e empresarial polas capacidades das universidades”, e é coherente coa liña estratéxica que di que “A Universidade ten que articular mecanismos que axuden aos egresados na busca de emprego”. Finalmente, e de acordo coa proposta de Programa de Doutoramento que se fai, é tamén coherente coa liña estratéxica de “Incrementar as relacións con universidades estranxeiras, servindo de ponte entre a Unión Europea e Latinoamérica e aproveitando as novas oportunidades nos Estados Unidos, Canadá e países de economía emergente”. Isto último é reflectido, por exemplo, en algúns convenios xa activos e outros en fase avanzada entre as Universidades Galegas e Universidades de Latinoamericana (Méjico), Portugal, Túnez, etc., tal e como se recolle na Memoria de Solicitud do Programa.

V.3.– Innovación docente e investigadora: fomento da utilización de TIC e novas tecnoloxías.

Seguirá facéndose uso das TIC e das novas tecnoloxías, como xa vén sendo usual no actual PD, facilitando deste xeito o desenvolvemento das especialmente nas actividades formativas na etapa de Doutoramento, como é o caso dos Seminarios Formativos en Láser, Fotónica e Visión (máis de cinco edicións) promovidos polo propio PD, os Workshops do PD (con dez edicións), etc.

Tamén se contempla o teletraballo parcial no caso dos doutorando con dificultade para residir na cidade onde estea o centro asignado, se ben asegurárase o tempo necesario para sobre todo os casos que precisen desenvolver traballo experimental laboratorios de investigación específicos das diferentes universidades.

V.4.– Incardinación en redes internacionais de calidade.

Entre as Redes temáticas e plataformas tecnolóxicas vencelladas co Láser a Fotónica e a Visión, salientan as da European Optical Society, Photonics21 e fotónica21, International Commission for Optics, etc., ademais da rede temática da Sociedad Española de Óptica.

Nestes momentos hai colaboracións a nivel de investigación con centros e Universidade internacionais (como se recolle na Memoria do Título) tales como National Institute of Information and Communications Technology, Japan, Xlim UMR (CNRS 7252) Australian National University, University of Arizona, CNR-IFAC-Italia, etc., e que poden ser susceptibles de configurarse en redes.

Asemade, e como xa se indicou, no ámbito Latinoamericano e Portugal hai convenios por exemplo coa Universidade Politécnica de Tulancingo, para cotutelas de Teses, e centros como o INL (Iberian Nanotechnology Laboratory) que participan na dirección e codirección de teses doutorales co persoal docente do actual PD . Asemade hai convenios con Unversidades como a de Sfax, Túnez para cotutelas de Teses, e outras como a Universidade de Oporto, a Universidade de Minho, a Universidade de Aveiro, etc.

V.5.– Calquera outra motivación.

Participan neste Programa de Doutoramento uns sete grupos de investigación de catro campus das tres universidades galegas. O número de doutores involucrados nestes grupos de investigación alcanza supera os trinta. Isto supón unha masa crítica dificilmente igualable por outros ámbitos no sistema universitario galego. Por outra banda a participación de centros tecnolóxicos e de investigación como AIMEN, CESGA, CSIC, INL, Laboratorio Oficial de Metroloxía de Galicia, etc., ou a serie de empresas que colaboran con distintos Mestrados moi conectados co PD, como por exemplo co interuniversitario en Ciencia e Tecnoloxía de Información Cuántica, o Mestrado en Física na Especialidade en Física da Luz e Radiación, etc., asegura aínda máis a posibilidade de continuidade do éxito que xa consta destes estudos de Doutoramento. Os sete grupos participantes neste Programa acumulan unha dilatada traxectoria investigadora. En moitos casos existen colaboracións previas entre a maioría deles dende fai anos.

En resumo, os investigadores participantes neste Programa suman máis de 70 Teses de Doutoramento dirixidas, máis de 180 artigos publicados en revistas internacionais relacionados cos contidos do PD dende a súa implantación no curso 2013-2014, e unha financiación nos últimos cinco anos de máis de 18.000 millóns de Euros entre os que salientan o Plan PCCC (Comunicacións Cuánticas), dous proxectos da Unión Europea e da Comisión Europea, e unha ampla conxunto de proxectos nacionais e contratos con empresas nacionais e internacionais. Asemade ditos grupos manteñen contactos activos con outros grupos de investigación, centros de investigación, Universidades e empresas, tal e como consta na Memoria do Título que se propón como modificación do actual por mor da nova lexislación: Real Decreto 576/2023, BOE 18/07/2023.

Requisitos específicos:

Programas de doutoramento.

- Acreditación do cumprimento do establecido no artigo 5.4 do Decreto 222/2011.
- Xustificación da previsión mínima de 10 doutorandos.

ANEXO II Memoria económica (artigo 5.1.b)

Xustificación da viabilidade económica:

- Análise das necesidades presentes e futuras en recursos humanos, infraestruturas e outros bens para a implantación da titulación proposta e cuantificación destas.
- Xustificación da orixe dos recursos necesarios.

A titulación proposta, modificación da titulación que está en marcha, non precisa de novos recursos humanos xa que a meirande parte do profesorado implicado forma parte do persoal estable das tres universidades do SUG. A porcentaxe de persoal contratado é moi baixo (10%), o que non afecta de forma crítica aos recursos humanos totais. Ademais, cóntase con persoal de Dirección de Teses doutros Centros de investigación ou doutras Universidade que participan no PD e cuxa financiación é a do seu Centro ou Universidade de orixe.

A incorporación do profesorado doutras universidades ou centros de investigación que participen puntualmente no PD, como profesorado invitado, financiarase (de feito estase a financiar) cos recursos económicos dispoñibles nos grupos de investigación (proxectos, redes, convenios...) nos que se desenvolvan as Teses de Doutoramento correspondentes, se ben hai tamén moitas participacións no programa, especialmente en actividades formativas, que se fan se custo algún máis que o recoñecemento e certificación por parte do PD da participación do profesor/investigador na actividade realizada.

En canto as necesidades futuras de recursos humanos, se ben hai unha previsión a 10-15 anos dunha elevada porcentaxe de xubilacións, non se prevén necesidades a curto prazo aínda que dependerá da evolución das liñas de investigación que fundamentan o PD así como das capacidades dos grupos para a incorporación de novos investigadores.

As necesidades de infraestrutura están cubertas polos laboratorios dos grupos de investigación implicados no PD e polas Redes de Infraestrutura das tres Universidades, e en particular os espazos específicos destinados para os estudantes (despachos, laboratorios, aulas, etc.) son totalmente axeitados.

Todo o material e equipamento necesario e específico de investigación para o desenvolvemento do Programa, nos termos actuais, está dispoñible tamén nos laboratorios de investigación das diversas facultades participantes, e a súa renovación, e mantemento lévase a cabo con cargo aos fondos captados nas convocatorias de proxectos de investigación polos diferentes grupos, axudas das propias Universidades, etc.

Para o desenvolvemento das actividades de formación tanto específicas como transversais seguirá facéndose uso das TIC e das novas tecnoloxías (os Ciclos de Seminarios Formativos e os Obradoiros científicos do PD utilizan tanto o modo telemático por videoconferencia, coma o presencial, facilitando deste xeito a interacción mutua entre alumnos dos diferentes campus. Hai tamén outras actividades que precisan de asistencia presencial (congresos, reunión e seminarios conxuntos, estadías...) e que se financiarán cos fondos dos grupos de investigación no que estea desenvolvéndose o proxecto de tese ou a través de bolsas específicas para actividades concretas, convenios con outras Universidades e con empresas relacionadas co sector, etc.