

IMPRESO SOLICITUD PARA VERIFICACIÓN DE TÍTULOS OFICIALES

1. DATOS DE LA UNIVERSIDAD, CENTRO Y TÍTULO QUE PRESENTA LA SOLICITUD

De conformidad con el Real Decreto 1393/2007, por el que se establece la ordenación de las Enseñanzas Universitarias Oficiales

UNIVERSIDAD SOLICITANTE	CENTRO	CÓDIGO CENTRO	
Universidad de Santiago de Compostela	Facultad de Física	15022899	
NIVEL	DENOMINACIÓN CORTA		
Máster	Ciencia y Tecnologías de Información Cuántica		
DENOMINACIÓN ESPECÍFICA			
Máster Universitario en Ciencia y Tecnologías de Información Cuántica por la Universidad de A Coruña; la Universidad de Santiago de Compostela y la Universidad de Vigo			
RAMA DE CONOCIMIENTO	CONJUNTO		
Ciencias	Nacional		
CONVENIO			
Convenio de colaboración académica entre la Universidad de A Coruña, la Universidad de Santiago de Compostela y La Universidad de Vigo para la realización conjunta del título de Máster Universitario en Ciencia y Tecnologías de Información Cuántica			
UNIVERSIDADES PARTICIPANTES	CENTRO	CÓDIGO CENTRO	
Universidad de Vigo	Escuela de Ingeniería de Telecomunicación	36016981	
Universidad de A Coruña	Facultad de Informática	15025451	
HABILITA PARA EL EJERCICIO DE PROFESIONES REGULADAS	NORMA HABILITACIÓN		
No			
SOLICITANTE			
NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO		
Javier Mas Sole	Coordinador		
Tipo Documento	Número Documento		
NIF	00400243C		
REPRESENTANTE LEGAL			
NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO		
ANTONIO LOPEZ DIAZ	Rector		
Tipo Documento	Número Documento		
NIF	76565571C		
RESPONSABLE DEL TÍTULO			
NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO		
María Elena López Lago	Decana		
Tipo Documento	Número Documento		
NIF	33286928V		
2. DIRECCIÓN A EFECTOS DE NOTIFICACIÓN			
A los efectos de la práctica de la NOTIFICACIÓN de todos los procedimientos relativos a la presente solicitud, las comunicaciones se dirigirán a la dirección que figure en el presente apartado.			
DOMICILIO	CÓDIGO POSTAL	MUNICIPIO	TELÉFONO
Pazo de San Xerome s/n	15782	Santiago de Compostela	600940001
E-MAIL	PROVINCIA		FAX
antonio.lopez.diaz@usc.es	A Coruña		881811001



3. PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

De acuerdo con lo previsto en la Ley Orgánica 5/1999 de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos solicitados en este impreso son necesarios para la tramitación de la solicitud y podrán ser objeto de tratamiento automatizado. La responsabilidad del fichero automatizado corresponde al Consejo de Universidades. Los solicitantes, como cedentes de los datos podrán ejercer ante el Consejo de Universidades los derechos de información, acceso, rectificación y cancelación a los que se refiere el Título III de la citada Ley 5-1999, sin perjuicio de lo dispuesto en otra normativa que ampare los derechos como cedentes de los datos de carácter personal.

El solicitante declara conocer los términos de la convocatoria y se compromete a cumplir los requisitos de la misma, consintiendo expresamente la notificación por medios telemáticos a los efectos de lo dispuesto en el artículo 59 de la 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, en su versión dada por la Ley 4/1999 de 13 de enero.

	En: A Coruña, AM 27 de diciembre de 2022
	Firma: Representante legal de la Universidad



1. DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO

1.1. DATOS BÁSICOS

NIVEL	DENOMINACIÓN ESPECÍFICA	CONJUNTO	CONVENIO	CONV. ADJUNTO
Máster	Máster Universitario en Ciencia y Tecnologías de Información Cuántica por la Universidad de A Coruña; la Universidad de Santiago de Compostela y la Universidad de Vigo	Nacional		Ver Apartado 1: Anexo 1.

LISTADO DE ESPECIALIDADES

No existen datos

RAMA	ISCED 1	ISCED 2
Ciencias	Física	Ciencias de la computación

NO HABILITA O ESTÁ VINCULADO CON PROFESIÓN REGULADA ALGUNA

AGENCIA EVALUADORA

Axencia para a Calidade do Sistema Universitario de Galicia

UNIVERSIDAD SOLICITANTE

Universidad de Santiago de Compostela

LISTADO DE UNIVERSIDADES

CÓDIGO	UNIVERSIDAD
007	Universidad de Santiago de Compostela
038	Universidad de Vigo
037	Universidad de A Coruña

LISTADO DE UNIVERSIDADES EXTRANJERAS

CÓDIGO	UNIVERSIDAD
No existen datos	

LISTADO DE INSTITUCIONES PARTICIPANTES

No existen datos

1.2. DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS EN EL TÍTULO

CRÉDITOS TOTALES	CRÉDITOS DE COMPLEMENTOS FORMATIVOS	CRÉDITOS EN PRÁCTICAS EXTERNAS
60		3
CRÉDITOS OPTATIVOS	CRÉDITOS OBLIGATORIOS	CRÉDITOS TRABAJO FIN GRADO/MÁSTER
27	15	15

LISTADO DE ESPECIALIDADES

ESPECIALIDAD	CRÉDITOS OPTATIVOS
No existen datos	

1.3. Universidad de Vigo

1.3.1. CENTROS EN LOS QUE SE IMPARTE

LISTADO DE CENTROS

CÓDIGO	CENTRO
36016981	Escuela de Ingeniería de Telecomunicación

1.3.2. Escuela de Ingeniería de Telecomunicación

1.3.2.1. Datos asociados al centro

TIPOS DE ENSEÑANZA QUE SE IMPARTEN EN EL CENTRO

PRESENCIAL	SEMIPRESENCIAL	A DISTANCIA
Sí	No	No



PLAZAS DE NUEVO INGRESO OFERTADAS		
PRIMER AÑO IMPLANTACIÓN	SEGUNDO AÑO IMPLANTACIÓN	
8	8	
	TIEMPO COMPLETO	
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	48.0	60.0
RESTO DE AÑOS	48.0	60.0
	TIEMPO PARCIAL	
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	18.0	48.0
RESTO DE AÑOS	18.0	48.0
NORMAS DE PERMANENCIA		
https://www.xunta.gal/dog/Publicados/2017/20170630/AnuncioU500-210617-0001_es.pdf		
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	

1.3. Universidad de Santiago de Compostela

1.3.1. CENTROS EN LOS QUE SE IMPARTE

LISTADO DE CENTROS	
CÓDIGO	CENTRO
15022899	Facultad de Física

1.3.2. Facultad de Física

1.3.2.1. Datos asociados al centro

TIPOS DE ENSEÑANZA QUE SE IMPARTEN EN EL CENTRO		
PRESENCIAL	SEMIPRESENCIAL	A DISTANCIA
Sí	No	No
PLAZAS DE NUEVO INGRESO OFERTADAS		
PRIMER AÑO IMPLANTACIÓN	SEGUNDO AÑO IMPLANTACIÓN	
8	8	
	TIEMPO COMPLETO	
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	60.0	60.0
RESTO DE AÑOS	30.0	54.0
	TIEMPO PARCIAL	
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	30.0	30.0
RESTO DE AÑOS	15.0	36.0
NORMAS DE PERMANENCIA		
https://www.xunta.gal/dog/Publicados/2012/20120717/AnuncioG2018-110712-0001_gl.html		



LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	

1.3. Universidad de A Coruña

1.3.1. CENTROS EN LOS QUE SE IMPARTE

LISTADO DE CENTROS	
CÓDIGO	CENTRO
15025451	Facultad de Informática

1.3.2. Facultad de Informática

1.3.2.1. Datos asociados al centro

TIPOS DE ENSEÑANZA QUE SE IMPARTEN EN EL CENTRO		
PRESENCIAL	SEMPRESENCIAL	A DISTANCIA
Sí	No	No
PLAZAS DE NUEVO INGRESO OFERTADAS		
PRIMER AÑO IMPLANTACIÓN	SEGUNDO AÑO IMPLANTACIÓN	
8	8	
TIEMPO COMPLETO		
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	60.0	60.0
RESTO DE AÑOS	48.0	60.0
TIEMPO PARCIAL		
	ECTS MATRÍCULA MÍNIMA	ECTS MATRÍCULA MÁXIMA
PRIMER AÑO	24.0	48.0
RESTO DE AÑOS	24.0	48.0
NORMAS DE PERMANENCIA		
https://sede.udc.gal/services/electronic_board/EXP2017/001557/document?logicalId=b890ac5a-489d-4637-ab7a-7f5171f135d6&documentCsv=G47HRFDKH49HSAQH0ESP1PA5		
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	



2. JUSTIFICACIÓN, ADECUACIÓN DE LA PROPUESTA Y PROCEDIMIENTOS

Ver Apartado 2: Anexo 1.

3. COMPETENCIAS

3.1 COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES
BÁSICAS
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
GENERALES
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.
3.2 COMPETENCIAS TRANSVERSALES
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género
CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinares o transdisciplinares, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social
CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos
CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial
3.3 COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
CE01 - Comprender el dominio, los conceptos, los métodos y las técnicas básicas de la mecánica cuántica: formalismo matemático, postulados, operadores, matrices, esfera de Bloch, estados fotónicos
CE02 - Conocer y adquirir competencia en las técnicas experimentales para el procesado de la información cuántica: interacciones, medidas, oscilaciones, interferencias, sistemas de comunicaciones, ...
CE03 - Comprensión y conocimiento de los fundamentos de la Teoría Cuántica de la Información, así como los aspectos básicos de los cuatro tipos de tecnologías cuánticas: computación, comunicaciones, metrología, simulación
CE04 - Conocer y saber aplicar las teorías físicas inherentes a la comprensión de los sistemas para el procesado de la información cuántica, incluyendo la termodinámica cuántica así como aspectos avanzados de magnetismo y mecánica cuántica



CE05 - Conocer y comprender la naturaleza de las plataformas físicas para el procesado de la información cuántica en sistemas de estado sólido: sistemas superconductores, criociencia y materiales cuánticos, incluyendo el estudio de estados topológicos
CE06 - Conocer y comprender la naturaleza de las plataformas físicas para el procesado de la información cuántica en sistemas fotónicos: óptica cuántica, sistemas ópticos integrados, sistemas opto-atómicos, sistemas de detección y medida, fotónica de semiconductores
CE07 - Adquirir y saber aplicar los principios básicos de la computación cuántica: analizar, comprender e implementar algoritmos cuánticos, dominando los lenguajes informáticos apropiados así como comprender el paradigma de circuito cuántico
CE08 - Conocer los algoritmos y estrategias de computación clásica inspirados en computación cuántica: redes tensoriales, estados producto de matrices, etc.
CE09 - Conocer y saber aplicar aspectos avanzados de computación cuántica: aprendizaje cuántico, arquitectura cuántica eficiente, modo de operación de los aceleradores cuánticos, computación de altas prestaciones, sistemas cuánticos basados en reglas y aplicaciones a cálculo numérico
CE10 - Conocer escenarios de aplicación práctica de la computación cuántica en problemas de interés científico, tecnológico y financiero. Identificar de dominios que exhiban ventaja cuántica. Conocer las instituciones y empresas que son actores en la computación cuántica, adquiriendo una perspectiva de la agenda que es razonable esperar en los próximos años
CE11 - Adquirir una base sólida sobre la teoría cuántica de la información en su aplicación a las comunicaciones cuánticas, así como sobre la tecnología de dispositivos fotónicos empleados en comunicaciones cuánticas, tanto terrestres como aéreas y vía satélite
CE12 - Adquirir destrezas para el diseño y la estimación de recursos que permitan el desarrollo de canales y redes de comunicación cuánticas y de computación distribuida. Conocer el estado de desarrollo y de implementación actual de redes cuánticas, y los planes para su expansión
CE13 - Conocer las estrategias de criptografía cuántica y su viabilidad y solvencia en el contexto de la internet cuántica, quantum blockchain, y las comunicaciones secretas, adquiriendo una visión panorámica de los actores que serán esenciales en su despliegue

4. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES

4.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN PREVIO

Ver Apartado 4: Anexo 1.

4.2 REQUISITOS DE ACCESO Y CRITERIOS DE ADMISIÓN

4.2. Requisitos de acceso y procedimientos de admisión de estudiantes

4.2.a) Perfil de ingreso recomendado

El perfil de ingreso recomendado es el de titulados universitarios en el ámbito de las ciencias (principalmente Física pero también Química, Matemáticas, Nanociencia y Nanotecnología y otras titulaciones relacionadas) y de la ingeniería (principalmente Ingeniería Informática e Ingeniería de Telecomunicaciones, pero también Ingeniería Industrial, Ingeniería Aeroespacial, Ingeniería Física y otras titulaciones relacionadas).

En un sentido más concreto, son necesarios conocimientos en el ámbito de las Matemáticas (álgebra lineal, análisis, probabilidad) y recomendables en programación básica.

4.2.b) Requisitos generales de acceso

En el desarrollo de la presente propuesta se ha tenido en cuenta lo establecido por el RD 822/2021 de 29 de septiembre. El artículo 18 de dicho real decreto establece que para acceder a las enseñanzas oficiales de máster será necesario estar en posesión de un título universitario oficial de Grado o Graduado español o equivalente es condición para acceder a un Máster Universitario, o en su caso disponer de otro título de Máster Universitario, o títulos del mismo nivel que el título español de Grado o Máster expedidos por universidades e instituciones de educación superior de un país del EEES que en dicho país permita el acceso a los estudios de Máster.

De igual modo, podrán acceder a un Máster Universitario del sistema universitario español personas en posesión de títulos procedentes de sistemas educativos que no formen parte del EEES, que equivalgan al título de Grado, sin necesidad de homologación del título, pero sí de comprobación por parte de la universidad del nivel de formación que implican, siempre y cuando en el país donde se haya expedido dicho título permita acceder a estudios de nivel de postgrado universitario. En ningún caso el acceso por esta vía implicará la homologación del título previo del que disponía la persona interesada ni su reconocimiento a otros efectos que el de realizar los estudios de Máster.

4.2.c) Requisitos específicos

No hay requisitos específicos



4.2.d) Procedimiento y criterios de admisión

El sistema de admisión del alumnado se realizará de acuerdo con los criterios y procedimientos establecidos en las tres universidades gallegas, siempre siguiendo los principios de objetividad, imparcialidad, mérito y capacidad.

Las competencias últimas en materia de admisión son responsabilidad de la Comisión Académica de Máster.

Información sobre el procedimiento de admisión:

<https://www.usc.gal/es/admision/master>

https://www.usc.gal/es/servizos/oiu/masteres_oficiais.html

<https://www.uvigo.gal/es/estudiar/acceder/acceso-masteres>

<https://estudios.udc.es/gl/StudyAtUdc/master>

Criterios de admisión:

La Comisión Académica de Máster será la encargada de valorar los méritos previos, para garantizar que hayan conducido a la adquisición de los conocimientos necesarios para acometer este máster. Los conceptos que se evaluarán aportarán un máximo de puntos según la siguiente tabla.

Titulaciones de Grado cursadas:

- Grado en Física, Ingeniería de Telecomunicaciones o Informática o equivalentes (6 ptos.)
- Otras titulaciones de Grado en Ingeniería y equivalentes (hasta 4 ptos.)
- Otras titulaciones de Grado en Ciencia y Tecnología: Química, Matemáticas, Nanotecnología, y equivalentes ... (hasta 4 ptos.)

Curriculum Vitae

- Expediente académico (hasta 2 ptos.)
- Otros másters cursados en temas afines al máster (hasta 1 pto.)
- Experiencia profesional o investigadora en el campo del máster (hasta 1 pto.)

4.3 APOYO A ESTUDIANTES

Los mecanismos de apoyo que ofrecen las tres universidades se refieren principalmente a protocolos de acogida y apoyo a la movilidad.

En la USC la movilidad de estudiantes está regulada a través del *Reglamento de Intercambios Interuniversitarios*, aprobado por el Consejo de Gobierno el 26 de octubre de 2012 y publicado en el Diario Oficial de Galicia el 28 de noviembre (<http://hdl.handle.net/10347/12723>).

Su planificación y gestión se desarrolla a través de la vicerrectoría con competencias en movilidad de la Universidad y el Servicio de Relaciones Exteriores (SRE) (<http://www.usc.es/es/perfis/internacional/mobilidad/index.html>). Actualmente la Universidad de Santiago de Compostela colabora en los programas Sócrates-Erasmus +, Erasmus Mundus y Sicue, que complementa con varios programas que pretenden fomentar la movilidad de los miembros de la comunidad universitaria con Universidades de América, Asia, Australia y Suiza.

En cuanto a programas de ayudas a la movilidad propios de la Universidad de Santiago de Compostela, existen en la actualidad los siguientes:

Programa de becas de movilidad para Universidades de Estados Unidos y Puerto Rico integradas en la red ISEP.

1. Programa de becas de movilidad para Universidades de América, Asia y Australia con las que se tienen establecido convenio bilateral.
2. Programa de becas de movilidad Erasmus para Universidades de países europeos
3. Programa de becas de movilidad *Erasmus Mundus External Cooperation Window* (EMECW) para Universidades de Asia Central.

La USC, a través del SRE mantiene un sistema de información permanente a través de la web, que se complementa con campañas y acciones informativas específicas de promoción de las convocatorias. Además, cuenta con recursos de apoyo para el estudiantado de acogida, tales como la reserva de plazas en las Residencias Universitarias, o el Programa de Atención a Estudiantes Extracomunitarios (PATEX) del Vicerrectorado con competencias en movilidad, a través del cual voluntarios/as de la USC realizan tareas de acompañamiento dirigidas a la integración en la ciudad y en la Universidad del alumnado de acogida.

En cuanto a estudiantes de acogida, se organiza una sesión de recepción, al inicio de cada cuatrimestre, en la que se les informa y orienta sobre el centro y los estudios, al tiempo que se les pone en contacto con los coordinadores académicos, que actuarán como tutores, y el personal del Centro implicado en su atención.

La Facultad de Físicas de la USC, además de los responsables citados anteriormente, cuenta con la colaboración de varios docentes que actúan como coordinadores académicos, y cuya función es tutelar y asistir en sus decisiones académicas al alumnado propio y de acogida, así como firmar los acuerdos académicos de movilidad que aseguren que la acción se encuadre en los objetivos y competencias del título.



El centro, con el Responsable Académico de Movilidad y de la Comisión de Título, promueve la incorporación de nuevos acuerdos académicos basándose en recomendaciones del personal docente, y vela porque esas acciones sean un complemento a la formación del alumnado del Centro, evaluando anualmente la renovación de cada acuerdo.

La selección de candidatos se lleva a cabo, para cada convocatoria o programa, por una Comisión de Selección, compuesta por las coordinadoras Erasmus y Sicue-Séneca del Centro, la persona responsable de movilidad y la gestora, acorde con los criterios de baremación, previamente definidos.

En la UDC, al vicerrectorado competente en asuntos de Relaciones Internacionales, como un órgano competente para planificar, apoyar y desarrollar la política de internacionalización, le corresponde la dirección de la política de movilidad internacional de la Universidad, así como la supervisión y la coordinación de todas las demás instancias de la UDC involucradas en la gestión y la organización de los diferentes programas de movilidad.

La Oficina de Relaciones Internacionales (ORI) es la unidad técnica y administrativa responsable de la coordinación de la gestión de la movilidad del alumnado en el marco de los programas, acuerdos y convenios suscritos por la UDC (https://www.udc.es/export/sites/udc/ori/galeria_down/inf_estudiantes_UDC/regulamento_mobilidade_internacional_versixn_consolidada_fevereiro_2015-1.pdf).

En la Facultade de Informática de la UDC hay una persona responsable de dirigir y administrar la política de internacionalización del centro. La FIC participa en programas de movilidad Erasmus+, Convenios bilaterales, SICUE y otros, para los que la Universidad de A Coruña proporciona financiación a través de su participación en los siguientes programas de ayudas tanto para estudiantes propios como de acogida:

1. Programa de movilidad Erasmus+ con países comunitarios.
2. Programa de movilidad Erasmus + KA107 (Países asociados).
3. Programa de movilidad internacional en el marco de convenios bilaterales o de doble titulación internacional con instituciones que, por ámbito geográfico o contenido, se encuentran fuera de la órbita de los programas anteriores.
4. Programa NILS de Ciencia y Sostenibilidad.
5. Becas Banco Santander.

Más información en la web https://www.fic.udc.es/es/movilidad_

En la UVigo, la Escola de Enxeñaría de Telecomunicación mantiene una larga tradición de intercambio de estudiantes apoyados en los programas Erasmus/SEP/SICUE, que gestiona en colaboración con la Oficina de Relaciones Internacionales (ORI) de la Universidad (http://www.uvigo.es/uvigo_es/administracion/ori/). La gestión y supervisión de estudiantes y alumnas que se envían a otras universidades comienza por el proceso de selección de los candidatos, donde priman tanto su expediente académico como su dominio de la lengua remota si el país anfitrión no es de habla hispana. Seguidamente, y de forma individualizada, se analiza y diseña el contrato de estudios que cada estudiante realizará en la universidad destino, comprobando la idoneidad de las equivalencias entre materias (contenidos) y la cantidad y la distribución de la carga de trabajo según el número de meses de estancia. Finalmente, aunque no menos importante, la Escuela también vela y presta apoyo continuado a las alumnas una vez que se encuentran en su destino, tanto en los temas académicos (modificaciones de los contratos de estudio originales, etc.) como en los meramente administrativos, siendo muchas veces el medio de comunicación más rápido y sencillo para ellos con la propia ORI.

La ORI también presta apoyo tanto a estudiantes, como a docentes propios y extranjeros, antes de su llegada y durante la estancia. Con respecto al alumnado extranjero, gestiona la aceptación, remite las cartas de aceptación para que, si procede, pueda tramitar su visado, elabora anualmente una *Guía del estudiante extranjero* y envía a sus domicilios paquetes informativos sobre la Universidad de Vigo, con información sobre los diferentes campus y ciudades, recepción, visados, viaje, búsqueda de alojamiento, matrícula y posibilidades de estudios, etc. La ORI es el punto de referencia de llegada del alumnado extranjero de intercambio a la Universidad de Vigo. Este servicio se ocupa de asesorarlo y proporcionarle alojamiento y de organizar actividades y visitas culturales específicas. Cuenta además con un programa propio de voluntariado y acogida de estudiantes de intercambio coordinado por la ORI y formado por aquel estudiantado de la Universidad de Vigo que se ofrece como voluntario para ayudar al alumnado extranjero que llega por primera vez a la Universidad de Vigo. Para fomentar la integración del estudiante extranjero de intercambio y que pueda mejorar su conocimiento del idioma, la ORI ha puesto en marcha una acción denominada *¿tándem de conversa¿*. Más información en http://www.uvigo.es/uvigo_es/administracion/ori/estranxeiros/guia/index.html

La Universidad de Vigo participa en los siguientes programas de ayudas a la movilidad tanto para estudiantes propios como de acogida:

1. Programa SICUE.
2. Programa de becas del Banco de Santander.
3. Programa de movilidad con Universidades de Estados Unidos y Puerto Rico integradas en la red ISEP.
4. Programa movilidad Erasmus con Universidades de países europeos.
5. Programa de movilidad Erasmus+ con países extracomunitarios.
6. Programa de intercambio para ingenierías con universidades integradas en la red GE4 para destinos en Asia, Rusia y Australia.
7. Programa Vulcanus con Japón para prácticas industriales.
8. Programa IEMEE para el intercambio en el ámbito de la ingeniería industrial con universidades australianas.
9. Programa de ayudas propias a la movilidad para universidades con las que se tienen establecido convenio bilateral en países tales como: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Honduras, Ecuador, México, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay, Canadá, Estados Unidos, Federación Rusa, India, Jordania, Kazajstán, Corea del Sur, Taiwán o Vietnam.

La Comisión Académica del Máster será la encargada de definir la equivalencia entre las materias que el alumnado del Máster va a cursar en las universidad de destino en los programa movilidad.

4.4 SISTEMA DE TRANSFERENCIA Y RECONOCIMIENTO DE CRÉDITOS	
Reconocimiento de Créditos Cursados en Enseñanzas Superiores Oficiales no Universitarias	
MÍNIMO	MÁXIMO
0	0
Reconocimiento de Créditos Cursados en Títulos Propios	
MÍNIMO	MÁXIMO
0	9
Adjuntar Título Propio	
Ver Apartado 4: Anexo 2.	
Reconocimiento de Créditos Cursados por Acreditación de Experiencia Laboral y Profesional	
MÍNIMO	MÁXIMO



0	9
<p>Criterios de reconocimiento de créditos</p> <p>Los criterios generales de reconocimiento de créditos son aquellos que fije el Gobierno de cada universidad. Las universidades, mediante la normativa de aplicación y las resoluciones rectorales que la desarrollen, establecerán el sistema para el reconocimiento de estos créditos.</p> <p>La Comisión Académica de la titulación establecerá las equivalencias entre estudios superados en otras universidades y los que puedan ser reconocidos en el plan de estudios. Así mismo, podrá establecer tablas de equivalencia especificando los créditos que se reconocen.</p> <p>La experiencia laboral y profesional podrá ser también reconocida en forma de créditos, siempre que confieran, al menos, el 75% de las competencias de las materias por las que se quiere obtener reconocimiento de créditos. La Comisión Académica valorará y aprobará, si es el caso, las solicitudes de reconocimiento de créditos, previo informe del profesorado que imparte las materias y a la vista de la documentación que presenten los solicitantes que, como mínimo, ha de ser: copia de la vida laboral o contrato laboral y certificado de la empresa donde consten las funciones y tareas que realiza o ha realizado en el puesto de trabajo. El número de créditos que pueden ser objeto de reconocimiento a partir de experiencia profesional o laboral no podrá ser superior al 15% de los créditos totales del título.</p> <p>Sistema y procedimiento para el reconocimiento y la transferencia de créditos</p> <p>La universidad dará validez, mediante el acto de reconocimiento, a que el estudiante tiene acreditadas competencias de la titulación y el cumplimiento de parte de los objetivos de la misma en los términos definidos en el EEES.</p> <p>Para estos efectos los centros establecerán tablas de equivalencia entre estudios cursados en otras universidades y aquellos que le podrán ser reconocidos en el plan de estudios de la propia universidad. En esta tabla se especificarán los créditos que se reconocen y, de ser el caso, las asignaturas, las materias o los módulos equivalentes. Igualmente se establecerán tablas de equivalencia entre titulaciones correspondientes a la ordenación de enseñanzas anteriores al R.D. 822/2021.</p> <p>Las universidades podrán declarar equivalentes directamente o mediante convenios, titulaciones extranjeras que den acceso a titulaciones oficiales de cada universidad o establecer en esos convenios el reconocimiento en parte de estudios extranjeros. La universidad dará adecuada difusión a estos convenios.</p> <p>Al estudiante se le comunicarán los créditos reconocidos y las materias o asignaturas a las que correspondan, en su caso, así como el número de créditos necesarios y las materias o asignaturas que le restan para la obtención del título.</p> <p>El reconocimiento se iniciará por instancia de parte, salvo lo previsto en la normativa de aplicación, en el centro en el que el estudiante va a iniciar o continuar los estudios que pretende reconocer créditos, mediante presentación de una instancia dirigida al director del centro.</p> <p>En cuanto a la transferencia de créditos, todos los créditos obtenidos en enseñanzas oficiales cursadas en alguna de las universidades participantes o en otra universidad del EEES serán objeto de incorporación al expediente del estudiante, tras la petición del mismo a la dirección del centro. La solicitud se resolverá de acuerdo con lo establecido en la normativa vigente de cada universidad.</p> <p>El conjunto de créditos reconocibles no podrá superar globalmente el 15% del total de créditos ofertados, es decir 9 ECTS.</p>	
4.6 COMPLEMENTOS FORMATIVOS	
<p>No se prevén complementos formativos. El bloque de asignaturas troncales ha sido diseñado tanto en su contenido como en su programación temporal para proporcionar la nivelación adecuada a los distintos perfiles de entrada.</p>	



5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

5.1 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS
Ver Apartado 5: Anexo 1.
5.2 ACTIVIDADES FORMATIVAS
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.
Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.
Prácticas de laboratorio: sesiones prácticas en aulas de informática o laboratorios docentes. Actividades dirigidas para adquirir habilidades experimentales y competencias en el uso de herramientas tecnológicas. Puede requerir la presentación oral de los informes de prácticas realizadas, las cuales, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.
Tutorías: Esta actividad está destinada a una interacción personalizada entre el profesor y el alumno. Podrá ser solicitada en cualquier momento. Aplica en particular a asignaturas como 'Prácticas externas' y 'Trabajo de fin de máster', en las que el estudiante goza de una cierta autonomía en su aprendizaje.
Actividad en un entorno profesional: el alumnado realizará prácticas en organizaciones y empresas reales, en donde se integrará en proyectos de interés económico. De esta forma adquirirá una perspectiva que le permita situar en un correcto lugar el aprendizaje realizado.
Realización del trabajo académicamente dirigido: se refiere al conjunto de actividades y tareas conducentes a la realización del Trabajo de Fin de Máster.
Elaboración y presentación de informes: hace referencia a los informes tanto de TFM como de prácticas externas. Será un elemento fundamental para la evaluación de la actividad.
5.3 METODOLOGÍAS DOCENTES
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.
Tutela de trabajo práctico: es de aplicación en la realización de trabajos de laboratorio, de fin de máster y prácticas externas. También en la prácticas de laboratorio. En todos los casos, el alumno tendrá bien claro el fin que se pretende alcanzar y los medios con los que cuenta.
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.
Aprendizaje por proyectos: se podrán plantear retos cuyo alcance requiera un esfuerzo multidisciplinar y transversal que, por lo general se realizará en grupo. Puede requerir que el estudiante aplique, además de competencias de índole técnica, competencias de gestión. El entorno natural para esta metodología son las prácticas externas y el trabajo de fin de máster. Pero puede adoptarse en cualquier asignatura.
5.4 SISTEMAS DE EVALUACIÓN
Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinarios. Puede valorarse sólo su contenido o, también, su presentación y defensa.



Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para complementar la realización de trabajos y evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.

Seguimiento: será de aplicación en situaciones en las que el trabajo personal autónomo sea una componente mayoritaria del esfuerzo de trabajo. Así en las prácticas de laboratorio se valorará la actitud dedicada y la laboriosidad. Igualmente el trabajo de "Prácticas externas" en empresas será sometido a seguimiento en base a informes de los propios alumnos o de las empresas. La evaluación que se sigue del seguimiento tiene una componente subjetiva y por eso representa un pequeño porcentaje del baremo.

Informes de prácticas: son los principales elementos de evaluación en las prácticas de laboratorio. Se darán pautas muy concretas para que tengan un formato estandarizado y profesional.

Informes finales: la evaluación de asignaturas como Prácticas externas y Trabajo de fin de máster se basa en la valoración de informes finales que describen los trabajos prácticos desarrollados en las actividades asociadas. Parte de esta evaluación se puede basar en una presentación oral del informe final realizada por el estudiante ante el profesorado o un tribunal de evaluación.

5.5 NIVEL 1: Módulo de Obligatorias

5.5.1 Datos Básicos del Nivel 1

NIVEL 2: Mecánica Cuántica I

5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2

CARÁCTER	Obligatoria
----------	-------------

ECTS NIVEL 2	3
--------------	---

DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral

ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
----------------------	----------------------	----------------------

3		
---	--	--

ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
----------------------	----------------------	----------------------

ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
----------------------	----------------------	----------------------

ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
-----------------------	-----------------------	-----------------------

--	--	--

LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE

CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
------------	---------	---------

Sí	No	No
----	----	----

GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
---------	------------	--------

Sí	No	No
----	----	----

FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
---------	--------	-----------

No	No	No
----	----	----

ITALIANO	OTRAS
----------	-------

No	No
----	----

NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3

5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Este curso de Mecánica Cuántica empieza desde cero y abarca todos los temas que serán requeridos por las distintas asignaturas. Estará enfocado a estudiantes que provengan de grados o másteres en los que no se haya visto nunca Mecánica Cuántica: ingeniería, matemáticas, etc. Comenzará con un repaso de métodos matemáticos y continuará con un estudio a fondo de los axiomas de la Mecánica Cuántica y sus consecuencias prácticas.

5.5.1.3 CONTENIDOS

- Perspectiva histórica. Experimentos básicos.
- Espacios vectoriales y de Hilbert, notación de Dirac.
- Operadores, autovalores y autovectores. Matrices de Pauli.
- Postulados de la MC. Medidas, valores esperados
- Estados de espín
- Mecánica Ondulatoria y Evolución temporal.



Matriz Densidad		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica		
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.		
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios		
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género		
CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras		
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinares o transdisciplinares, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social		
CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas		
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE01 - Comprender el dominio, los conceptos, los métodos y las técnicas básicas de la mecánica cuántica: formalismo matemático, postulados, operadores, matrices, esfera de Bloch, estados fotónicos		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	15	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en	10	100



base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.		
Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	20.0	60.0
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.	20.0	60.0
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinarios. Puede valorarse sólo su contenido o, también, su presentación y defensa.	0.0	40.0
Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para complementar la realización de trabajos y evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.	0.0	30.0
NIVEL 2: Mecánica Cuántica II		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Obligatoria	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		



ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
3		
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>Esta es la segunda parte del curso introductorio a Mecánica Cuántica. En ella se sitúan los conocimientos de cualquier estudiante en un nivel suficiente para poder configurar un itinerario completo con materias obligatorias y optativas. La docencia se orientará al estudio de conceptos esenciales para entender la Teoría Cuántica de la Información, así como la implementación de dicha información en sistemas físicos de naturaleza cuántica.</p>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<p>Repaso de Mecánica ondulatoria de una partícula</p> <p>Oscilador armónico Operadores creación y destrucción.</p> <p>Sistemas multipartitos, producto tensorial, operadores. Paradoja EPR</p> <p>Estadística cuántica: bosones y fermiones.</p> <p>Interacción átomo campo electromagnético</p> <p>Cuantización del campo electromagnético.</p>		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica		
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.		
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios		



CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género		
CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras		
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinarios o transdisciplinarios, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social		
CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas		
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE01 - Comprender el dominio, los conceptos, los métodos y las técnicas básicas de la mecánica cuántica: formalismo matemático, postulados, operadores, matrices, esfera de Bloch, estados fotónicos		
CE02 - Conocer y adquirir competencia en las técnicas experimentales para el procesado de la información cuántica: interacciones, medidas, oscilaciones, interferencias, sistemas de comunicaciones, ...		
CE03 - Comprensión y conocimiento de los fundamentos de la Teoría Cuántica de la Información, así como los aspectos básicos de los cuatro tipos de tecnologías cuánticas: computación, comunicaciones, metrología, simulación		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	15	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	10	100
Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		



Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.

5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN

SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	20.0	60.0
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.	20.0	60.0
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinares. Puede valorarse sólo su contenido o, también, su presentación y defensa.	0.0	40.0
Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para complementar la realización de trabajos y evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.	0.0	30.0

NIVEL 2: Fundamentos de Información Cuántica

5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2

CARÁCTER	Obligatoria	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
3		
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12

LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE

CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	



No	No
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3	
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE	
<p>Esta asignatura proporciona al alumno bases teóricas y herramientas conceptuales que se van a utilizar en muchos contextos para procesar información mediante dispositivos cuánticos. Después de un repaso de Mecánica Cuántica y de Teoría Clásica de la Información se estudiarán las bases de la Teoría Cuántica de la Información. Especial atención se prestará a conceptos como entrelazamiento, correlación, medidas generalizadas, distinguibilidad, desigualdades de Bell generalizadas y cotas fundamentales a la compresión y la transmisión de datos. Finalmente se dará una introducción a estimación cuántica y sus figuras de mérito como bases de la metrología cuántica</p>	
5.5.1.3 CONTENIDOS	
<p>Teoría clásica de la información. Teoremas de Shannon.</p> <p>Información y física, Principio de Landauer.</p> <p>Repaso de Mecánica Cuántica. Matrices densidad.</p> <p>Entrelazamiento y correlaciones. Desigualdades de Bell.</p> <p>Circuitos, Codificación Densa, Teleportación. Intercambio de Entrelazamiento.</p> <p>Medidas generalizadas y teoría de la detección. Distinguibilidad.</p> <p>Entropías cuánticas. Compresión de datos.</p> <p>Elementos de metrología cuántica, estimación de parámetros.</p>	
5.5.1.4 OBSERVACIONES	
5.5.1.5 COMPETENCIAS	
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES	
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas	
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica	
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.	
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.	
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación	
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio	
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios	
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades	
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.	
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES	
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida	
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género	
CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras	
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinares o transdisciplinares, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social	



CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas		
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE02 - Conocer y adquirir competencia en las técnicas experimentales para el procesado de la información cuántica: interacciones, medidas, oscilaciones, interferencias, sistemas de comunicaciones, ...		
CE03 - Comprensión y conocimiento de los fundamentos de la Teoría Cuántica de la Información, así como los aspectos básicos de los cuatro tipos de tecnologías cuánticas: computación, comunicaciones, metrología, simulación		
CE07 - Adquirir y saber aplicar los principios básicos de la computación cuántica: analizar, comprender e implementar algoritmos cuánticos, dominando los lenguajes informáticos apropiados así como comprender el paradigma de circuito cuántico		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	15	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	10	100
Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	20.0	60.0
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega	20.0	60.0



y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.		
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinares. Puede valorarse sólo su contenido o, también, su presentación y defensa.	0.0	40.0
Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para complementar la realización de trabajos y evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.	0.0	30.0
NIVEL 2: Introducción a la Computación Cuántica		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Obligatoria	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
3		
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>Esta materia pretende transmitir a los estudiantes los conceptos fundamentales de la Computación Cuántica, el formalismo matemático necesario para trabajar con qubits, las ventajas informáticas y computacionales de la superposición cuántica y del entrelazamiento cuántico y definir un marco de trabajo que contemple la evolución de los sistemas clásicos determinísticos hasta llegar a los sistemas cuánticos, pasando por los sistemas típicamente probabilísticos. Una vez establecido este marco de trabajo, se analizarán conceptualmente algunos de los algoritmos cuánticos y de estimación de fase más relevantes. El desarrollo de programas informáticos que implementen estos algoritmos será tratado, en profundidad, en otra materia del itinerario de computación cuántica</p>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<p>Matemáticas de la Computación Cuántica</p> <p>Reversibilidad y Arquitecturas Reversibles</p>		



<p>Puertas Lógicas Reversibles y Cuánticas</p> <p>Sistemas Determinísticos, Probabilísticos y Cuánticos</p> <p>Descripción Formal de Algoritmos Cuánticos</p> <p>Prácticas de programación de circuitos cuánticos.</p>		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica		
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.		
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios		
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género		
CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras		
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinares o transdisciplinares, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social		
CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas		
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE07 - Adquirir y saber aplicar los principios básicos de la computación cuántica: analizar, comprender e implementar algoritmos cuánticos, dominando los lenguajes informáticos apropiados así como comprender el paradigma de circuito cuántico		
CE08 - Conocer los algoritmos y estrategias de computación clásica inspirados en computación cuántica: redes tensoriales, estados producto de matrices, etc.		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD



Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	15	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	10	100
Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	20.0	60.0
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.	20.0	60.0
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinarios. Puede valorarse sólo su contenido o, también, su presentación y defensa.	0.0	40.0
NIVEL 2: Fundamentos de Comunicaciones Cuánticas		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Obligatoria	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		



ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
3		
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>Esta asignatura proporciona al alumno los conceptos y técnicas básicas de operación de los sistemas de comunicaciones cuánticos, con especial énfasis en la construcción de canales de comunicaciones seguras y en el análisis de los protocolos en que se fundamentan. Se tratarán la distribución cuántica de claves, las diferentes posibilidades de implementación tecnológica y las técnicas de análisis de la seguridad de estos esquemas.</p>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<p>Criptografía clásica y post-cuántica</p> <p>Distribución cuántica de claves (QKD)</p> <p>Principales protocolos de QKD: preparación & medida, basados en entrelazamiento, basados en interferencia</p> <p>Análisis de seguridad</p> <p>Implementaciones tecnológicas con láseres: <i>decoy-state</i>, <i>measurement device-independent</i>, <i>device-independent</i>, <i>twin-field</i></p> <p>Otros protocolos de comunicaciones cuánticas: teleportación, codificación densa, <i>bit commitment</i>, quantum radar</p>		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica		
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.		
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios		



CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género		
CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras		
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinarios o transdisciplinarios, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social		
CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas		
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE03 - Comprensión y conocimiento de los fundamentos de la Teoría Cuántica de la Información, así como los aspectos básicos de los cuatro tipos de tecnologías cuánticas: computación, comunicaciones, metrología, simulación		
CE06 - Conocer y comprender la naturaleza de las plataformas físicas para el procesado de la información cuántica en sistemas fotónicos: óptica cuántica, sistemas ópticos integrados, sistemas opto-atómicos, sistemas de detección y medida, fotónica de semiconductores		
CE11 - Adquirir una base sólida sobre la teoría cuántica de la información en su aplicación a las comunicaciones cuánticas, así como sobre la tecnología de dispositivos fotónicos empleados en comunicaciones cuánticas, tanto terrestres como aéreas y vía satélite		
CE12 - Adquirir destrezas para el diseño y la estimación de recursos que permitan el desarrollo de canales y redes de comunicación cuánticas y de computación distribuida. Conocer el estado de desarrollo y de implementación actual de redes cuánticas, y los planes para su expansión		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	15	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	10	100
Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		



Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	20.0	60.0
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.	20.0	60.0
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinarios. Puede valorarse sólo su contenido o, también, su presentación y defensa.	0.0	40.0
Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para complementar la realización de trabajos y evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.	0.0	30.0
NIVEL 2: Prácticas Externas I		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Prácticas Externas	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	3	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No



GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>El objetivo de esta materia es que el estudiante conozca la realidad laboral de una empresa o institución, adquiriendo experiencia y habilidades profesionales y aplicando en un entorno real los conocimientos adquiridos. La extensión de esta optativa está pensada para prácticas en empresas o instituciones que requieran de una duración de 70 horas.</p>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<p>Realización de prácticas en organizaciones empresariales o académicas</p> <p>Redacción de memoria final de actividades</p>		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica		
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.		
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género		
CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras		
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinares o transdisciplinares, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social		
CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas		



CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE10 - Conocer escenarios de aplicación práctica de la computación cuántica en problemas de interés científico, tecnológico y financiero. Identificar de dominios que exhiban ventaja cuántica. Conocer las instituciones y empresas que son actores en la computación cuántica, adquiriendo una perspectiva de la agenda que es razonable esperar en los próximos años		
CE13 - Conocer las estrategias de criptografía cuántica y su viabilidad y solvencia en el contexto de la internet cuántica, quantum blockchain, y las comunicaciones secretas, adquiriendo una visión panorámica de los actores que serán esenciales en su despliegue		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Actividad en un entorno profesional: el alumnado realizará prácticas en organizaciones y empresas reales, en donde se integrará en proyectos de interés económico. De esta forma adquirirá una perspectiva que le permita situar en un correcto lugar el aprendizaje realizado.	70	100
Elaboración y presentación de informes: hace referencia a los informes tanto de TFM como de prácticas externas. Será un elemento fundamental para la evaluación de la actividad.	5	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Aprendizaje por proyectos: se podrán plantear retos cuyo alcance requiera un esfuerzo multidisciplinar y transversal que, por lo general se realizará en grupo. Puede requerir que el estudiante aplique, además de competencias de índole técnica, competencias de gestión. El entorno natural para esta metodología son las prácticas externas y el trabajo de fin de máster. Pero puede adoptarse en cualquier asignatura.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Seguimiento: será de aplicación en situaciones en las que el trabajo personal autónomo sea una componente mayoritaria del esfuerzo de trabajo. Así en las prácticas de laboratorio se valorará la actitud dedicada y la laboriosidad. Igualmente el trabajo de "Prácticas externas" en empresas será sometido a seguimiento en base a informes de los propios alumnos o de las empresas. La evaluación que se sigue del seguimiento tiene una componente subjetiva y por eso representa un pequeño porcentaje del baremo.	10.0	40.0
Informes finales: la evaluación de asignaturas como Prácticas externas y Trabajo de fin de máster se basa en la valoración de informes finales que describen los trabajos prácticos desarrollados en las actividades asociadas. Parte de esta evaluación se puede basar en una presentación oral del informe	60.0	90.0



final realizada por el estudiante ante el profesorado o un tribunal de evaluación.		
5.5 NIVEL 1: Módulo de Computación Cuántica		
5.5.1 Datos Básicos del Nivel 1		
NIVEL 2: Herramientas de la Computación Cuántica		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
3		
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>La computación cuántica es un área emergente con un potencial significativo, especialmente en el área de problemas de optimización. Dado que la computación cuántica funciona con un mecanismo diferente al de la computación clásica, el enfoque del software para la computación cuántica también es diferente. Siguiendo el paradigma de los circuitos cuánticos, en esta materia se hará un desarrollo completo, profundo y riguroso de las diferentes técnicas y herramientas necesarias para el desarrollo y ejecución de software cuántico.</p>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Circuitos Cuánticos • Lenguajes de Programación • Software para la Simulación Cuántica • Procesadores Cuánticos • Prácticas de Laboratorio 		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica		
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.		
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		



CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios		
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género		
CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras		
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinares o transdisciplinares, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social		
CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas		
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE03 - Comprensión y conocimiento de los fundamentos de la Teoría Cuántica de la Información, así como los aspectos básicos de los cuatro tipos de tecnologías cuánticas: computación, comunicaciones, metrología, simulación		
CE07 - Adquirir y saber aplicar los principios básicos de la computación cuántica: analizar, comprender e implementar algoritmos cuánticos, dominando los lenguajes informáticos apropiados así como comprender el paradigma de circuito cuántico		
CE10 - Conocer escenarios de aplicación práctica de la computación cuántica en problemas de interés científico, tecnológico y financiero. Identificar de dominios que exhiban ventaja cuántica. Conocer las instituciones y empresas que son actores en la computación cuántica, adquiriendo una perspectiva de la agenda que es razonable esperar en los próximos años		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	10	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	5	100
Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
Prácticas de laboratorio: sesiones prácticas en aulas de informática o	10	100



laboratorios docentes. Actividades dirigidas para adquirir habilidades experimentales y competencias en el uso de herramientas tecnológicas. Puede requerir la presentación oral de los informes de prácticas realizadas, las cuales, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.		
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	20.0	60.0
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.	20.0	60.0
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinarios. Puede valorarse sólo su contenido o, también, su presentación y defensa.	0.0	40.0
Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para complementar la realización de trabajos y evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.	0.0	30.0
NIVEL 2: Programación e Implementación de Algoritmos Cuánticos		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		



ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
3		
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>El propósito de los computadores cuánticos es aprovechar las propiedades cuánticas de los <i>qubits</i> y poder ejecutar algoritmos cuánticos que utilizan la superposición y el entrelazamiento para ofrecer una capacidad de procesamiento mucho mayor que los algoritmos clásicos. Es importante indicar que el verdadero cambio de paradigma no consiste en hacer lo mismo que hacen las computadoras digitales o clásicas, sino que los algoritmos cuánticos permiten realizar ciertas operaciones de una manera totalmente diferente que en muchos casos resulta ser más eficiente, es decir, en mucho menos tiempo o utilizando muchos menos recursos computacionales. Este curso está diseñado para que los estudiantes aprendan en el laboratorio aspectos relevantes de la programación cuántica de algoritmos vistos anteriormente.</p> <p>Resultados del Aprendizaje</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseño, implementación y programación de sistemas cuánticos • Análisis informático de algoritmos cuánticos e híbridos • Implementación práctica de algoritmos cuánticos en simuladores • Implementación práctica de algoritmos en procesadores cuánticos 		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Algoritmos de Deutsch y Deutsch-Jozsa • Algoritmo de Simon y Transformada Cuántica de Fourier • Algoritmo Cuántico de Estimación de Fase • Algoritmo de Grover • Algoritmo de Shor 		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica		
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.		
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		



CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios		
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género		
CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras		
CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE07 - Adquirir y saber aplicar los principios básicos de la computación cuántica: analizar, comprender e implementar algoritmos cuánticos, dominando los lenguajes informáticos apropiados así como comprender el paradigma de circuito cuántico		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	10	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	5	100
Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
Prácticas de laboratorio: sesiones prácticas en aulas de informática o laboratorios docentes. Actividades dirigidas para adquirir habilidades experimentales y competencias en el uso de herramientas tecnológicas. Puede requerir la presentación oral de los informes de prácticas realizadas, las cuales, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	10	100
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		



Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.

5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN

SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	20.0	60.0
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.	20.0	60.0
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinarios. Puede valorarse sólo su contenido o, también, su presentación y defensa.	0.0	40.0
Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para complementar la realización de trabajos y evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.	0.0	30.0

NIVEL 2: Computación Cuántica y Aprendizaje Máquina

5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2

CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
3		
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12

LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE



CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>Aprendizaje Máquina y Computación Cuántica son materias relevantes y de creciente interés en investigación y desarrollo tecnológico en la actualidad. Este tema ilustra cómo el Aprendizaje Máquina puede ser optimizado utilizando técnicas de Computación Cuántica. Se incluye una revisión exhaustiva de ambas materias, para luego buscar sinergias entre ellas y encontrar dominios de aplicación y procedimientos que mejoren el comportamiento de los algoritmos actuales de Aprendizaje Máquina y Computación Cuántica. Posteriormente, se implementarán y probarán las aplicaciones diseñadas, evaluando sus resultados y contrastándolos con los métodos clásicos equivalentes, para comprobar su correcto funcionamiento.</p>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<ul style="list-style-type: none"> · Principios y Conceptos Básicos · Máquinas Cuánticas de Soporte Vectorial · Análisis Cuántico de Componentes Principales · Reconocimiento Cuántico de Patrones · Redes Neuronales Cuánticas 		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica		
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.		
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios		
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		



CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género		
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinarios o transdisciplinarios, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas		
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE09 - Conocer y saber aplicar aspectos avanzados de computación cuántica: aprendizaje cuántico, arquitectura cuántica eficiente, modo de operación de los aceleradores cuánticos, computación de altas prestaciones, sistemas cuánticos basados en reglas y aplicaciones a cálculo numérico		
CE10 - Conocer escenarios de aplicación práctica de la computación cuántica en problemas de interés científico, tecnológico y financiero. Identificar de dominios que exhiban ventaja cuántica. Conocer las instituciones y empresas que son actores en la computación cuántica, adquiriendo una perspectiva de la agenda que es razonable esperar en los próximos años		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	10	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	5	100
Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
Prácticas de laboratorio: sesiones prácticas en aulas de informática o laboratorios docentes. Actividades dirigidas para adquirir habilidades experimentales y competencias en el uso de herramientas tecnológicas. Puede requerir la presentación oral de los informes de prácticas realizadas, las cuales, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	10	100
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones		



planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.

5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	20.0	60.0
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.	20.0	60.0
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinarios. Puede valorarse sólo su contenido o, también, su presentación y defensa.	0.0	40.0
Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para complementar la realización de trabajos y evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.	0.0	30.0
NIVEL 2: Computación Cuántica y Computación de Altas Prestaciones		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	3	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		



No existen datos
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE
El advenimiento de la computación cuántica supondrá un incremento sin precedentes en la capacidad de cómputo de la informática de consumo. Trasladar estas mejoras a la computación de altas prestaciones (HPC) abrirá un potencial de desarrollo sin precedentes a ciertas aplicaciones estratégicas (dinámica de fluidos computacional, entrenamientos de IA, aplicaciones financieras a gran escala, bioinformática, etc...). Para ello, esta materia explicará cómo diseñar soluciones HPC que permitan integrar a gran escala computación clásica de altas prestaciones, entrada/salida masiva y aceleradores cuánticos. Por otra parte, es necesario aprender a detectar oportunidades para aplicar esta clase de soluciones en problemas resueltos con soluciones clásicas HPC. Finalmente, la evaluación del rendimiento nos permitirá identificar cuellos de botella en el rendimiento como paso previo a aplicar diferentes optimizaciones.
5.5.1.3 CONTENIDOS
<ul style="list-style-type: none"> · Fundamentos de la Computación de Altas Prestaciones (HPC) · Arquitectura de las Unidades de Procesamiento Cuántico · Integración de Computación Clásica y Cuántica en entornos HPC · Casos de uso de computación cuántica en entornos HPC · Evaluación de rendimiento en Computación Cuántica
5.5.1.4 OBSERVACIONES
5.5.1.5 COMPETENCIAS
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género
CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras
CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad
CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS
CE08 - Conocer los algoritmos y estrategias de computación clásica inspirados en computación cuántica: redes tensoriales, estados producto de matrices, etc.
CE09 - Conocer y saber aplicar aspectos avanzados de computación cuántica: aprendizaje cuántico, arquitectura cuántica eficiente, modo de operación de los aceleradores cuánticos, computación de altas prestaciones, sistemas cuánticos basados en reglas y aplicaciones a cálculo numérico



CE10 - Conocer escenarios de aplicación práctica de la computación cuántica en problemas de interés científico, tecnológico y financiero. Identificar de dominios que exhiban ventaja cuántica. Conocer las instituciones y empresas que son actores en la computación cuántica, adquiriendo una perspectiva de la agenda que es razonable esperar en los próximos años		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	10	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	5	100
Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
Prácticas de laboratorio: sesiones prácticas en aulas de informática o laboratorios docentes. Actividades dirigidas para adquirir habilidades experimentales y competencias en el uso de herramientas tecnológicas. Puede requerir la presentación oral de los informes de prácticas realizadas, las cuales, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	10	100
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	20.0	60.0
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el	20.0	60.0



nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.		
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinares. Puede valorarse sólo su contenido o, también, su presentación y defensa.	0.0	40.0
Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para complementar la realización de trabajos y evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.	0.0	30.0
NIVEL 2: Aplicaciones Prácticas de la Computación Cuántica		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	3	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>La computación cuántica es una tecnología que se encuentra en pleno auge. El potencial que tiene puede suponer un cambio de paradigma en la forma de afrontar problemas de la sociedad actual. Algunos de los computadores cuánticos funcionales hoy en día ya son eficaces en la resolución de ciertos problemas altamente complejos. De este modo, la computación cuántica se perfila como un camino prometedor en diversos campos. En esta materia se lleva a cabo un repaso del estado actual de la computación cuántica, así como sus perspectivas futuras.</p>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<p>Aplicaciones en la Industria</p> <p>Aplicaciones en Ciencias de la Salud</p> <p>Aplicaciones en Química y Diseño de Fármacos</p> <p>Aplicaciones en Economía y Finanzas</p>		



Otras aplicaciones		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica		
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.		
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género		
CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras		
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinares o transdisciplinares, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social		
CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas		
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE08 - Conocer los algoritmos y estrategias de computación clásica inspirados en computación cuántica: redes tensoriales, estados producto de matrices, etc.		
CE10 - Conocer escenarios de aplicación práctica de la computación cuántica en problemas de interés científico, tecnológico y financiero. Identificar de dominios que exhiban ventaja cuántica. Conocer las instituciones y empresas que son actores en la computación cuántica, adquiriendo una perspectiva de la agenda que es razonable esperar en los próximos años		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	10	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	5	100



Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
Prácticas de laboratorio: sesiones prácticas en aulas de informática o laboratorios docentes. Actividades dirigidas para adquirir habilidades experimentales y competencias en el uso de herramientas tecnológicas. Puede requerir la presentación oral de los informes de prácticas realizadas, las cuales, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	10	100
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	20.0	60.0
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.	20.0	60.0
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinarios. Puede valorarse sólo su contenido o, también, su presentación y defensa.	0.0	40.0
Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para complementar la realización de trabajos y evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.	0.0	30.0
5.5 NIVEL 1: Módulo de Comunicaciones Cuánticas		



5.5.1 Datos Básicos del Nivel 1		
NIVEL 2: Teoría de la Información Cuántica Avanzada		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
3		
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>Esta asignatura se centra en el análisis de la capacidad de canales clásicos y cuánticos desde el punto de vista de la teoría de la información, en los regímenes de un solo uso (one shot) y asintótico. Se presentan y revisan los principales resultados de capacidad cuántica en sistemas punto a punto con y sin realimentación.</p>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<p>Canales cuánticos: unitarios mixtos, Weyl, Schur</p> <p>Capacidad clásica de canales cuánticos: entanglement assisted, Holevo, información coherente</p> <p>Capacidad cuántica de canal: T. de capacidad cuántica</p> <p>No aditividad y super-activación</p> <p>Feedback-assisted quantum systems</p> <p>Entanglement distillation</p>		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica		
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.		



CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios		
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinares o transdisciplinares, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social		
CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE03 - Comprensión y conocimiento de los fundamentos de la Teoría Cuántica de la Información, así como los aspectos básicos de los cuatro tipos de tecnologías cuánticas: computación, comunicaciones, metrología, simulación		
CE11 - Adquirir una base sólida sobre la teoría cuántica de la información en su aplicación a las comunicaciones cuánticas, así como sobre la tecnología de dispositivos fotónicos empleados en comunicaciones cuánticas, tanto terrestres como aéreas y vía satélite		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	15	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	10	100
Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		



Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	20.0	60.0
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.	20.0	60.0
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinarios. Puede valorarse sólo su contenido o, también, su presentación y defensa.	0.0	40.0
Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para complementar la realización de trabajos y evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.	0.0	30.0
NIVEL 2: Tecnologías Fotónicas para la Comunicación Cuántica		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
3		
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No



FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
Esta asignatura proporciona los conocimientos básicos sobre los dispositivos electrónicos y fotónicos necesarios en un enlace de comunicaciones cuántico: láseres y otras fuentes ópticas, fotodetectores. También se estudian las características y modelos de los canales de transmisión por fibra óptica y de espacio libre.		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<ul style="list-style-type: none"> - Fuentes ópticas (láseres, fuentes de fotones individuales y fuentes de entrelazamiento) §Codificación en polarización, fase y tiempo - Detección óptica y tecnologías de detectores de fotones individuales - Canales de transmisión: fibra óptica y espacio libre - Principales plataformas experimentales de QKD. 		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica		
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.		
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género		
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinarios o transdisciplinarios, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		



CE06 - Conocer y comprender la naturaleza de las plataformas físicas para el procesado de la información cuántica en sistemas fotónicos: óptica cuántica, sistemas ópticos integrados, sistemas opto-atómicos, sistemas de detección y medida, fotónica de semiconductores		
CE12 - Adquirir destrezas para el diseño y la estimación de recursos que permitan el desarrollo de canales y redes de comunicación cuánticas y de computación distribuida. Conocer el estado de desarrollo y de implementación actual de redes cuánticas, y los planes para su expansión		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	15	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	10	100
Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	20.0	60.0
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.	20.0	60.0
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinares. Puede valorarse sólo	0.0	40.0



su contenido o, también, su presentación y defensa.		
Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para complementar la realización de trabajos y evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.	0.0	30.0
NIVEL 2: Códigos de Corrección de Errores		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	3	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
La corrección de errores es básica en cualquier operación de cómputo, medida o comunicaciones de sistemas cuánticos. En esta asignatura se presenta la teoría de este tipo de códigos de control de errores, apoyada en la teoría algebraica clásica. Se revisan las principales construcciones y resultados en esta área.		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<p>Estabilizador: propiedades</p> <p>Construcciones a partir de códigos clásicos</p> <p>Cotas Hamming, Singleton, GV</p> <p>Códigos correctores asimétricos</p> <p>Decodificación</p> <p>Códigos entanglement-assisted</p> <p>Códigos de superficie y tóricos</p> <p>Implementaciones</p> <p>Computación codificada</p>		



Aplicaciones en computación distribuida y comunicaciones		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica		
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.		
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios		
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género		
CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras		
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinares o transdisciplinares, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social		
CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas		
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE13 - Conocer las estrategias de criptografía cuántica y su viabilidad y solvencia en el contexto de la internet cuántica, quantum blockchain, y las comunicaciones secretas, adquiriendo una visión panorámica de los actores que serán esenciales en su despliegue		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	15	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se	10	100



pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.		
Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	20.0	60.0
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.	20.0	60.0
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinarios. Puede valorarse sólo su contenido o, también, su presentación y defensa.	0.0	40.0
Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para complementar la realización de trabajos y evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.	0.0	30.0
NIVEL 2: Comunicaciones Cuánticas Avanzadas		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
3		



ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
Esta asignatura describe y analiza la seguridad de canales de comunicaciones cuánticos, y presenta técnicas para la determinación de la tasa de generación de claves secretas en un sistema QKD.		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<ul style="list-style-type: none"> - Demostraciones de seguridad: Shor-Preskill, basada en complementariedad y basada en entropía - Limitaciones a la tasa de generación de clave secreta §Hackeo cuántico y contramedidas - Device-independent QKD y QRNG 		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica		
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.		
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios		
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		



CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género		
CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras		
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinarios o transdisciplinarios, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social		
CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas		
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE11 - Adquirir una base sólida sobre la teoría cuántica de la información en su aplicación a las comunicaciones cuánticas, así como sobre la tecnología de dispositivos fotónicos empleados en comunicaciones cuánticas, tanto terrestres como aéreas y vía satélite		
CE12 - Adquirir destrezas para el diseño y la estimación de recursos que permitan el desarrollo de canales y redes de comunicación cuánticas y de computación distribuida. Conocer el estado de desarrollo y de implementación actual de redes cuánticas, y los planes para su expansión		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	15	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	10	100
Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA



No existen datos		
NIVEL 2: Redes de Comunicaciones Cuánticas		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	3	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
Elementos físicos, lógicos y de arquitectura de la Internet cuántica: entrelazamiento, repetidores y memorias, routers, arquitectura de sistemas, modos de operación y caracterización de las prestaciones.		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<ul style="list-style-type: none"> - Intercambio y destilación de entrelazamiento - Memorias cuánticas - Repetidores cuánticos: pares de Bell; repetidores basados en memorias, repetidores solo-fotónicos - Distribución de entrelazamiento - Arquitectura de la Internet cuántica - Modos de servicio, interfaces y primitivas - Simulación - Computación cuántica distribuida 		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica		



CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios		
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género		
CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras		
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinares o transdisciplinares, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social		
CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas		
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE11 - Adquirir una base sólida sobre la teoría cuántica de la información en su aplicación a las comunicaciones cuánticas, así como sobre la tecnología de dispositivos fotónicos empleados en comunicaciones cuánticas, tanto terrestres como aéreas y vía satélite		
CE12 - Adquirir destrezas para el diseño y la estimación de recursos que permitan el desarrollo de canales y redes de comunicación cuánticas y de computación distribuida. Conocer el estado de desarrollo y de implementación actual de redes cuánticas, y los planes para su expansión		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	15	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	10	100
Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		



Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.

5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN

SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	20.0	60.0
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.	20.0	60.0
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinarios. Puede valorarse sólo su contenido o, también, su presentación y defensa.	0.0	40.0
Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para complementar la realización de trabajos y evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.	0.0	30.0

5.5 NIVEL 1: Módulo de Física de la Información Cuántica

5.5.1 Datos Básicos del Nivel 1

NIVEL 2: Óptica Cuántica

5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2

CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
3		
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12



LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>Esta asignatura proporciona al alumno los aspectos teóricos y las herramientas conceptuales y formales de la Óptica Cuántica, es decir, aprehender el concepto de estados de luz cuántica, como se generan, como se propagan de forma espacio-temporal, como se transforman con sistemas ópticos y como se detectan. Los conocimientos que se adquieren permiten por una parte profundizar en aspectos opto-cuánticos fundamentales (variable discreta y continua, entrelazamiento e hiperentrelazamiento, medida sin interacción, compresión de ruido cuántico, polarización cuántica, coherencia e interferencia cuántica, etc.) y por otra aplicarlos en cualquier campo donde la ciencia y tecnología fotónica pueda ser usada (procesado/computación cuántica, comunicaciones cuánticas, metrología cuántica).</p>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<p>1.-Propagación cuántica de la luz: Formulación Hamiltoniana. Propagación cuántica temporal. Operador Momento. Propagación cuántica espacial. Estudio de diferentes estados cuánticos de luz (Número, Caóticos, Coherentes, Comprimidos, Entrelazados, Gato, Fase, y sus representaciones (Q, P, W, Fase, E)).</p> <p>2.-Estados cuánticos y dispositivos ópticos: Estudio cuántico de dispositivos ópticos (basados en modos ópticos de camino: divisores, acopladores). Estados de campo óptico. Estados cuánticos de luz puros y mezcla. Detección homodina. Decoherencia opto-cuántica. Aplicaciones a procesado cuántico (puertas lógicas, generación de N-qudits, medidas proyectivas).</p> <p>3.-Polarización cuántica de la luz: Operador de espín. Concepto de polarización cuántica. Operadores de Stokes. Grado de polarización cuántica. Momento angular orbital. Dispositivos (polarizadores, retardadores) y aplicaciones al procesado cuántico, teleportación cuántica y criptografía cuántica.</p> <p>4.-Interferencia y coherencia opto-cuántica: Probabilidad de detección de Glauber. Interferometría opto-cuántica. Funciones de coherencia opto-cuántica de orden arbitrario. Aplicaciones metrológicas (medida de fase, litografía subdifractiva, imagen cuántica)</p> <p>5.-Óptica cuántica no lineal: Operadores Momento no lineales de segundo y tercer orden (SPDC, FWM, Kerr). Generación de estados cuánticos de luz (comprimidos, gato). SPDC de doble paso. No demolición cuántica, ...</p>		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica		
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.		
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios		



CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género		
CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras		
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinarios o transdisciplinarios, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas		
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE06 - Conocer y comprender la naturaleza de las plataformas físicas para el procesado de la información cuántica en sistemas fotónicos: óptica cuántica, sistemas ópticos integrados, sistemas opto-atómicos, sistemas de detección y medida, fotónica de semiconductores		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	15	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	10	100
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	20.0	60.0



Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.	20.0	60.0
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinarios. Puede valorarse sólo su contenido o, también, su presentación y defensa.	0.0	40.0
Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para complementar la realización de trabajos y evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.	0.0	30.0
NIVEL 2: Materiales Cuánticos		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	3	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>En esta materia el alumno adquirirá competencias sobre conceptos actuales en física de la materia condensada. La asignatura ofrece una visión general sobre lo que hoy en día se conoce como materiales cuánticos, aquellos cuyas propiedades físicas son inherentemente cuánticas (más allá de la naturaleza cuántica del enlace químico o la teoría de bandas). La adquisición de esta visión pasa por comprender los estados colectivos que ocurren en un sistema multielectrónico fuertemente correlacionado. Serán competencias específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comprender el concepto de cuasipartícula y su aplicación a los estados colectivos electrónicos en sólidos. 		



- Comprender el magnetismo como un fenómeno cuántico colectivo.
- Entender los límites del magnetismo itinerante y localizado.
- Manejar los conceptos básicos de un modelo de Hubbard aplicado a una transición metal-aislante.
- Conocer los estados de materia cuántica y materia con topología no trivial.

5.5.1.3 CONTENIDOS

1. Electrones interactuantes: Sistemas de muchas partículas y segunda cuantización. Estadísticas de fermiones y de bosones. Líquido de Fermi de Landau. Gas de electrones interactuante. Transición de Anderson y de Mott.
2. Magnetismo cuántico: Modelo de Heisenberg. Modelo de Hubbard. Fases ferromagnéticas, antiferromagnéticas, metálicas y aislantes.
3. Propiedades topológicas de la materia: Fase de Berry. Conexión de Berry. Curvatura de Berry. Efecto Hall cuántico. Teoría moderna de la polarización. Ecuación de Dirac: Grafeno. Aislantes topológicos. Efecto Hall cuántico de espín. Fermiones de Weyl.

5.5.1.4 OBSERVACIONES

5.5.1.5 COMPETENCIAS

5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas

CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica

CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.

CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

5.5.1.5.2 TRANSVERSALES

CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida

CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género

CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras

CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinares o transdisciplinares, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social

CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad

CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos

CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas

CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial

5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS

CE04 - Conocer y saber aplicar las teorías físicas inherentes a la comprensión de los sistemas para el procesado de la información cuántica, incluyendo la termodinámica cuántica así como aspectos avanzados de magnetismo y mecánica cuántica



CE05 - Conocer y comprender la naturaleza de las plataformas físicas para el procesado de la información cuántica en sistemas de estado sólido: sistemas superconductores, criociencia y materiales cuánticos, incluyendo el estudio de estados topológicos		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	15	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	10	100
Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	20.0	60.0
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.	20.0	60.0
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinarios. Puede valorarse sólo su contenido o, también, su presentación y defensa.	0.0	40.0
Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para	0.0	30.0



complementar la realización de trabajos y evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.		
NIVEL 2: Sistemas Abiertos y Termodinámica Cuántica		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	3	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>La termodinámica cuántica estudia la emergencia de las leyes termodinámicas en sistemas cuánticos, en particular en sistemas nanoscópicos. La herramienta fundamental que se utiliza es la teoría de sistemas cuánticos abiertos y las correspondientes ecuaciones de evolución, que permiten estudiar los intercambios energéticos fuera del equilibrio de los sistemas pequeños, así como el control de la decoherencia en los sistemas de procesado cuántico de la información. En esta asignatura se introducirá al alumno a estos temas, de forma que le permita seguir los avances más recientes de la literatura científica en el campo.</p>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Los principios de la termodinámica moderna. Termodinámica estocástica. Igualdad de Jarzynski y teorema de fluctuación de Crooks. 2. Trabajo, calor y producción de entropía en sistemas cuánticos. 3. Termometría cuántica. Máquinas térmicas cuánticas y ciclos de Otto. Baterías cuánticas. 4. Termodinámica cuántica de los sistemas abiertos. Ecuaciones piloto y trayectorias cuánticas. Difusión de estados cuánticos. Termodinámica en promedio: primera y segunda ley de la termodinámica. 5. Termodinámica de la información cuántica. Cota de Landauer. Teoremas de fluctuación. Mecanismo de Kibble-Zurek. 6. Decoherencia. Subespacios libres. 7. Sistemas forzados periódicamente. Cristales de tiempo. 		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		



CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica		
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.		
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios		
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género		
CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras		
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinares o transdisciplinares, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE01 - Comprender el dominio, los conceptos, los métodos y las técnicas básicas de la mecánica cuántica: formalismo matemático, postulados, operadores, matrices, esfera de Bloch, estados fotónicos		
CE04 - Conocer y saber aplicar las teorías físicas inherentes a la comprensión de los sistemas para el procesamiento de la información cuántica, incluyendo la termodinámica cuántica así como aspectos avanzados de magnetismo y mecánica cuántica		
CE05 - Conocer y comprender la naturaleza de las plataformas físicas para el procesamiento de la información cuántica en sistemas de estado sólido: sistemas superconductores, criogenia y materiales cuánticos, incluyendo el estudio de estados topológicos		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	15	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	10	100



Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	20.0	60.0
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.	20.0	60.0
Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para complementar la realización de trabajos y evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.	0.0	30.0
NIVEL 2: Sistemas Físicos para la Información Cuántica		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
3		
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA



Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>Esta asignatura proporciona al alumno los aspectos teóricos y las herramientas conceptuales y formales para conocer con cierta profundidad implementaciones físicas, usando diferentes sistemas físicos, de operaciones cuánticas para procesado y computación cuántica, comunicaciones cuánticas y metrología cuántica. Los sistemas estudiados son los de tipo totalmente fotónico, los opto-atómicos (cavidades cuánticas, iones atrapados, redes ópticas, ζ) de materia condensada (RMN, puntos cuánticos, ζ) y de sistemas superconductores. Se finaliza con el estudio de distintos sistemas de detección de estados cuánticos 1-qubit, 2-qubits y en general N-qubits y N-qudits.</p>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<ul style="list-style-type: none"> -Sistemas fotónicos con elementos ópticos, micro-ópticos e integrados lineales, no lineales y topológicos (divisores, acopladores, retardadores) para computación cuántica de propósito específico, para simulación física y para comunicaciones cuánticas (teleportación fotónica, criptografía con estados de luz cuántica no entrelazada y entrelazada, comunicación densa) -Sistemas opto-atómicos (y de óptica atómica) para computación de propósito general. Interacción Luz-Materia de Jaynes-Cummings y efecto Ramsey. Cavidades opto-cuánticas Sistemas de iones atrapados. Sistemas de redes óptica. -Sistemas de materia condensada para computación cuántica de propósito específico y general. Sistemas RMN. Sistemas NVC. Sistemas semiconductores de puntos Cuánticos. -Sistemas superconductores para computación cuántica de propósito general y específico. Uniones Josephson. Qbits de carga y flujo. -Sistemas de detección y medida de estados de N-qubits e N-qudits. Métodos de coincidencias. Métodos de ionización de campo. Metodo FID (RMN). Medida de número de fotóns, 		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica		
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.		
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios		
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		



CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género		
CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras		
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinarios o transdisciplinarios, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social		
CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas		
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE04 - Conocer y saber aplicar las teorías físicas inherentes a la comprensión de los sistemas para el procesado de la información cuántica, incluyendo la termodinámica cuántica así como aspectos avanzados de magnetismo y mecánica cuántica		
CE06 - Conocer y comprender la naturaleza de las plataformas físicas para el procesado de la información cuántica en sistemas fotónicos: óptica cuántica, sistemas ópticos integrados, sistemas opto-atómicos, sistemas de detección y medida, fotónica de semiconductores		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	15	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	10	100
Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA



Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	20.0	60.0
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.	20.0	60.0
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinarios. Puede valorarse sólo su contenido o, también, su presentación y defensa.	0.0	40.0
Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para complementar la realización de trabajos y evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.	0.0	30.0
NIVEL 2: Metrología y Sensores Cuánticos		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	3	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		



Esta asignatura proporciona al alumno los aspectos fundamentales de la metrología cuántica y sus distintas tecnologías físicas para uso y aplicación en problemas de medida y sensores. Se abordan distintas tecnologías altamente prometedoras como la fotónica, el estado sólido y la superconductividad, y se abordan sistemas y aplicaciones más complejos como los relojes ópticos, las redes neuronales cuánticas, etc.

5.5.1.3 CONTENIDOS

- Fundamentos: estimación de parámetros, umbrales. Estimación de parámetros. Métrica de Fisher, límites de Heisenberg (LH) y Cramer Rao.
- Metrología óptica cuántica: detección fotónica y detección homodina y heterodina. Interferometría Mach-Zehnder (MZ) e implementación óptica del LH. Estados noon y litografía subdifractiva, y microscopía. Interferometría óptica con estados comprimidos e interferometría multiparamétrica en MZ. Introducción a la imagen cuántica.
- Metrología cuántica de estado sólido y superconductividad: NV, Efecto Hall, SQUIDS, etc.
- Sistemas y Aplicaciones: Sistemas de relojes ópticos (Ion+Oscilador-Local+Peine-óptico), sistemas de redes neuronales fotónicas, etc.

5.5.1.4 OBSERVACIONES

5.5.1.5 COMPETENCIAS

5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas

CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica

CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.

CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

5.5.1.5.2 TRANSVERSALES

CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida

CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género

CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras

CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinares o transdisciplinares, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social

CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad

CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos

CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas

CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial

5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS



CE03 - Comprensión y conocimiento de los fundamentos de la Teoría Cuántica de la Información, así como los aspectos básicos de los cuatro tipos de tecnologías cuánticas: computación, comunicaciones, metrología, simulación		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	15	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	10	100
Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	20.0	60.0
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.	20.0	60.0
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinares. Puede valorarse sólo su contenido o, también, su presentación y defensa.	0.0	40.0
Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para	0.0	30.0



complementar la realización de trabajos y evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.		
5.5 NIVEL 1: Módulo de Optativas Libres		
5.5.1 Datos Básicos del Nivel 1		
NIVEL 2: Mecánica Cuántica Avanzada		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
3		
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
El objetivo de este curso es presentar una selección de temas que complementen la formación del estudiante en el campo de la Física Cuántica. Los temas concretos han sido elegidos por su relevancia en la temática del máster en el contexto actual.		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<ol style="list-style-type: none"> Estados coherentes del oscilador harmónico. Gatos de Schrödinger. Estados comprimidos. Distribuciones de cuasiprobabilidad Problema de medida. Decoherencia y aparición de la realidad clásica. Modelos de decoherencia. Localización debida a colisiones con partículas ambientales. Dinámica cuántica generalizada. Operadores de Kraus e saltos cuánticos. Superoperadores y ecuaciones piloto. Ecuación de Lindblad. Aplicación al oscilador armónico amortiguado. Interacción radiación-materia. Modelo de Rabi. Campo electromagnético cuantizado. Modelo de Jaynes-Cummings. 		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		



CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica		
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.		
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios		
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género		
CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras		
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinares o transdisciplinares, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social		
CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas		
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE05 - Conocer y comprender la naturaleza de las plataformas físicas para el procesado de la información cuántica en sistemas de estado sólido: sistemas superconductores, criogenia y materiales cuánticos, incluyendo el estudio de estados topológicos		
CE06 - Conocer y comprender la naturaleza de las plataformas físicas para el procesado de la información cuántica en sistemas fotónicos: óptica cuántica, sistemas ópticos integrados, sistemas opto-atómicos, sistemas de detección y medida, fotónica de semiconductores		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	15	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	10	100



Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	20.0	60.0
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.	20.0	60.0
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinarios. Puede valorarse sólo su contenido o, también, su presentación y defensa.	0.0	40.0
Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para complementar la realización de trabajos y evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.	0.0	30.0
NIVEL 2: Arquitecturas de la Computación Cuántica		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
3		
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6



ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>Aún no se ha resuelto el problema de qué hardware sería el ideal para la computación cuántica. Al respecto, se han definido una serie de condiciones que deben cumplir las arquitecturas cuánticas, y que pueden encontrarse en la conocida <i>lista de Di Vincenzo</i>. Sin embargo, en toda arquitectura cuántica, deben mantenerse una serie de restricciones como las siguientes: el sistema ha de poder inicializarse, esto es, llevarse a un estado de partida conocido y controlado, también tiene que ser posible hacer manipulaciones sobre los qubits de forma controlada, con un conjunto de operaciones que forme un conjunto universal de puertas lógicas (para poder reproducir cualquier otra puerta lógica posible). Análogamente, el sistema ha de mantener su coherencia cuántica, además de ser posible leer el estado final del sistema, tras el cálculo. Por último, el sistema ha de ser escalable: tiene que haber una forma definida de aumentar el número de qubits, para tratar con problemas de mayor coste computacional. En esta materia se tratará de ver, desde una perspectiva histórica, pero rigurosa, las distintas aproximaciones que han sido propuestas para resolver el problema de cuál es la mejor aproximación para construir una arquitectura cuántica eficiente.</p>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<p>Requisitos de las Arquitecturas Cuánticas</p> <ul style="list-style-type: none"> Computadora Cuántica de Benioff Computadora Cuántica de Feynman Computadora Cuántica de Deutsch Computadora Cuántica de Kane 		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica		
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		



5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género		
CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras		
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinarios o transdisciplinarios, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social		
CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas		
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE09 - Conocer y saber aplicar aspectos avanzados de computación cuántica: aprendizaje cuántico, arquitectura cuántica eficiente, modo de operación de los aceleradores cuánticos, computación de altas prestaciones, sistemas cuánticos basados en reglas y aplicaciones a cálculo numérico		
CE10 - Conocer escenarios de aplicación práctica de la computación cuántica en problemas de interés científico, tecnológico y financiero. Identificar de dominios que exhiban ventaja cuántica. Conocer las instituciones y empresas que son actores en la computación cuántica, adquiriendo una perspectiva de la agenda que es razonable esperar en los próximos años		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	10	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	5	100
Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
Prácticas de laboratorio: sesiones prácticas en aulas de informática o laboratorios docentes. Actividades dirigidas para adquirir habilidades experimentales y competencias en el uso de herramientas tecnológicas. Puede requerir la presentación oral de los informes de prácticas realizadas, las cuales, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	10	100
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		



Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	20.0	60.0
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.	20.0	60.0
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinarios. Puede valorarse sólo su contenido o, también, su presentación y defensa.	0.0	40.0
Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para complementar la realización de trabajos y evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.	0.0	30.0
NIVEL 2: Comunicaciones Cuánticas Vía Satélite		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	3	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No



FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>El canal de espacio libre y las comunicaciones por satélite son lo suficientemente diferenciadas como para requerir un tratamiento específico. En esta asignatura se presenta el marco tecnológico de esta clase de sistemas, incidiendo en la integración con las redes cuánticas terrestres. La caracterización del canal libre se aborda en detalle.</p>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<ul style="list-style-type: none"> - Introducción a las comunicaciones vía satélite - Principales arquitecturas para comunicaciones cuánticas; integración con la red cuántica terrena - Transmisores y receptores ópticos - Telescopios y óptica adaptativa - Sistemas de apuntamiento, adquisición y tracking - Caracterización de canal y balance de enlace - Principales plataformas experimentales para QKD vía satélite - Casos de uso 		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica		
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.		
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios		
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		



CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género		
CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras		
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinarios o transdisciplinarios, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social		
CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas		
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE11 - Adquirir una base sólida sobre la teoría cuántica de la información en su aplicación a las comunicaciones cuánticas, así como sobre la tecnología de dispositivos fotónicos empleados en comunicaciones cuánticas, tanto terrestres como aéreas y vía satélite		
CE12 - Adquirir destrezas para el diseño y la estimación de recursos que permitan el desarrollo de canales y redes de comunicación cuánticas y de computación distribuida. Conocer el estado de desarrollo y de implementación actual de redes cuánticas, y los planes para su expansión		
CE13 - Conocer las estrategias de criptografía cuántica y su viabilidad y solvencia en el contexto de la internet cuántica, quantum blockchain, y las comunicaciones secretas, adquiriendo una visión panorámica de los actores que serán esenciales en su despliegue		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	15	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	10	100
Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA



Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	20.0	60.0
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.	20.0	60.0
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinarios. Puede valorarse sólo su contenido o, también, su presentación y defensa.	0.0	40.0
Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para complementar la realización de trabajos y evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.	0.0	30.0
NIVEL 2: Técnicas Experimentales para la Información Cuántica		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
3		
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		



Esta asignatura proporciona al alumno los aspectos experimentales fundamentales sobre distintas tecnologías físicas para su uso y aplicación en información cuántica (procesado/computación cuántica, comunicaciones cuánticas y metrología cuántica). La materia se centrará sobre sistemas totalmente fotónicos, sistemas superconductores, sistemas de estado sólido y dispositivos de detección.

5.5.1.3 CONTENIDOS

- Técnicas experimentales para desarrollar sistemas fotónicos para información cuántica: fuentes de luz cuántica bifotón, luz entrelazada; transformaciones cuánticas con dispositivos ópticos básicos; detección cuántica (proyectiva, coincidencias, etc.)
- Técnicas experimentales en sistemas basados en superconductores u otros materiales cuánticos: técnicas criogénicas; medidas en superconductores u otros sólidos nano-coherentes; sus protectorados cuánticos; integración en dispositivos híbridos y sensores.
- Simulaciones y experiencias básicas: desigualdades de Bell, protocolo BB84, interferencia HOM, QRNG, y otras.

5.5.1.4 OBSERVACIONES

5.5.1.5 COMPETENCIAS

5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas

CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica

CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.

CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

5.5.1.5.2 TRANSVERSALES

CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida

CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género

CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras

CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinares o transdisciplinares, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social

CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad

CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas

CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial

5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS

CE02 - Conocer y adquirir competencia en las técnicas experimentales para el procesado de la información cuántica: interacciones, medidas, oscilaciones, interferencias, sistemas de comunicaciones, ...

CE04 - Conocer y saber aplicar las teorías físicas inherentes a la comprensión de los sistemas para el procesado de la información cuántica, incluyendo la termodinámica cuántica así como aspectos avanzados de magnetismo y mecánica cuántica



CE05 - Conocer y comprender la naturaleza de las plataformas físicas para el procesado de la información cuántica en sistemas de estado sólido: sistemas superconductores, criogenia y materiales cuánticos, incluyendo el estudio de estados topológicos		
CE11 - Adquirir una base sólida sobre la teoría cuántica de la información en su aplicación a las comunicaciones cuánticas, así como sobre la tecnología de dispositivos fotónicos empleados en comunicaciones cuánticas, tanto terrestres como aéreas y vía satélite		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
Prácticas de laboratorio: sesiones prácticas en aulas de informática o laboratorios docentes. Actividades dirigidas para adquirir habilidades experimentales y competencias en el uso de herramientas tecnológicas. Puede requerir la presentación oral de los informes de prácticas realizadas, las cuales, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	25	100
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.	0.0	30.0
Seguimiento: será de aplicación en situaciones en las que el trabajo personal autónomo sea una componente mayoritaria del esfuerzo de trabajo. Así en las prácticas de laboratorio se valorará la actitud dedicada y la laboriosidad. Igualmente el trabajo de "Prácticas externas" en empresas será sometido a seguimiento en base a informes de los propios alumnos o de las empresas. La evaluación que se sigue del seguimiento tiene una componente subjetiva y por	0.0	20.0



eso representa un pequeño porcentaje del baremo.		
Informes de prácticas: son los principales elementos de evaluación en las prácticas de laboratorio. Se darán pautas muy concretas para que tengan un formato estandarizado y profesional.	60.0	90.0
NIVEL 2: Métodos Numéricos en Computación Cuántica		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	3	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>La aplicación de la Computación Cuántica a los problemas de simulación numérica de procesos y productos es muy prometedora aunque, actualmente, se requiere el avance de la tecnología de los ordenadores cuánticos para abordar la complejidad de los problemas que surgen en las aplicaciones reales en distintas disciplinas. Por otro lado, las prestaciones de la Computación Cuántica necesitan en muchas ocasiones un rediseño de los métodos numéricos clásicos, o la construcción de nuevos métodos, para que resulten eficientes. En esta asignatura se hará una introducción a los algoritmos cuánticos relacionados con distintos problemas que resuelven los métodos numéricos, como los relacionados con funciones de una variable, las aproximaciones en cálculo numérico matricial, la optimización numérica y la simulación. Además de explicar los problemas que abordan los métodos numéricos y algunos algoritmos que se manejan en Computación Cuántica para resolverlos, se realizará la implementación práctica de dichos algoritmos.</p>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<p>Introducción a los Métodos Numéricos en Computación Cuántica</p> <p>Métodos Numéricos Cuánticos en Funciones de una Variable</p> <p>Algoritmos Cuánticos de Cálculo Numérico Matricial</p> <p>Algoritmos Cuánticos de Métodos Numéricos de Optimización</p> <p>Algoritmos Cuánticos de Simulación Numérica y Estocástica</p>		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		



CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica		
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.		
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios		
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género		
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinares o transdisciplinares, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social		
CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE09 - Conocer y saber aplicar aspectos avanzados de computación cuántica: aprendizaje cuántico, arquitectura cuántica eficiente, modo de operación de los aceleradores cuánticos, computación de altas prestaciones, sistemas cuánticos basados en reglas y aplicaciones a cálculo numérico		
CE10 - Conocer escenarios de aplicación práctica de la computación cuántica en problemas de interés científico, tecnológico y financiero. Identificar de dominios que exhiban ventaja cuántica. Conocer las instituciones y empresas que son actores en la computación cuántica, adquiriendo una perspectiva de la agenda que es razonable esperar en los próximos años		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	15	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	10	100



Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	20.0	60.0
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.	20.0	60.0
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinarios. Puede valorarse sólo su contenido o, también, su presentación y defensa.	0.0	40.0
Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para complementar la realización de trabajos y evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.	0.0	30.0
NIVEL 2: Introducción a la Simulación Cuántica		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	3	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6



ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>En el origen de la computación cuántica está la famosa afirmación de Feynman según la cual, un ordenador clásico nunca podrá calcular las propiedades de un sistema cuántico debido al requisito de memoria exponencialmente creciente con el tamaño del sistema. La aplicación de la computación cuántica al estudio de sistemas cuánticos se conoce con el nombre de simulación cuántica.</p> <p>Esta disciplina se divide en dos paradigmas: la simulación cuántica digital y la simulación cuántica análoga. En el primer caso se trata de obtener soluciones a la evolución cuántica de un sistema real mediante circuitos ejecutados en ordenadores cuánticos universales, o en ordenadores clásicos que los simulan digitalmente en casos de tamaño pequeño. Para este último caso se han desarrollado herramientas muy potentes como las redes de tensores.</p> <p>El segundo paradigma se basa en el enorme desarrollo del denominado Control Cuántico en algunos sistemas muy concretos: redes de átomos, sistemas fotónicos, etc. La evolución de temporal de estos sistemas altamente controlables es isomorfa a la del problema que se quiere estudiar. De ahí la palabra computación cuántica análoga (no analógica). En cierto modo se trata de computadoras cuánticas no universales, sino altamente especializadas. Entre los dos paradigmas anteriores existen propuestas intermedias como los ordenadores DWave de computación cuántica adiabática.</p>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de problemas a estudiar mediante simulación cuántica, modelo de Hubbard. - Simulación cuántica en ordenadores cuánticos. Trotterización, Fermionización, Computación Cuántica Adiabática y Contradiabática. Atajos adiabáticos. - Simulación clásica de computación cuántica: redes de tensores, MPS, PEPS, Simulación análoga de sistemas cuánticos. Conceptos fundamentales. Implementaciones en sistemas de átomos enfriados, redes ópticas, sistemas fotónicos, circuitos superconductores. 		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica		
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.		
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		



CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios		
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género		
CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras		
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinarios o transdisciplinarios, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social		
CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas		
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE03 - Comprensión y conocimiento de los fundamentos de la Teoría Cuántica de la Información, así como los aspectos básicos de los cuatro tipos de tecnologías cuánticas: computación, comunicaciones, metrología, simulación		
CE06 - Conocer y comprender la naturaleza de las plataformas físicas para el procesado de la información cuántica en sistemas fotónicos: óptica cuántica, sistemas ópticos integrados, sistemas opto-atómicos, sistemas de detección y medida, fotónica de semiconductores		
CE08 - Conocer los algoritmos y estrategias de computación clásica inspirados en computación cuántica: redes tensoriales, estados producto de matrices, etc.		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	15	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	10	100
Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		



Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	20.0	60.0
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.	20.0	60.0
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinarios. Puede valorarse sólo su contenido o, también, su presentación y defensa.	0.0	40.0
Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para complementar la realización de trabajos y evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.	0.0	30.0
NIVEL 2: Ciencia y Tecnología de la Superconductividad		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	3	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No



FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>En esta asignatura el estudiantado se familiarizará con los materiales superconductores incluyendo los desarrollos de nueva generación (cupratos y pnicturos, híbridos, nanoestructurados, bidimensionales, topológicos, etc.) y su uso para dispositivos empleados en tecnologías cuánticas, así como aspectos relacionados de criociencia y criotecnología. Se abordarán la descripción de los materiales y cuál es la naturaleza de sus estados y protectores cuánticos, y finalmente se discutirá en correspondiente detalle y profundidad los dispositivos de información y metrología cuántica que estas propiedades cuánticas permiten (incluyendo por ejemplo sensores fotónicos, sensores magnéticos de cuantos de flujo, dispositivos híbridos para superconductividad funcional, neurosensores, ratchets, etc.).</p>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<p>1- Materiales superconductores contemporáneos; características de su estado superconductor, de su parámetro de orden y de sus protectorados cuánticos.</p> <p>1.1 Clásicos.</p> <p>1.2 De alta temperatura cupratos y pnicturos.</p> <p>1.3 Nanoestructurados e híbridos.</p> <p>1.4 Unidimensionales, bidimensionales y topológicos.</p> <p>1.5 Otros materiales con supercondensados cuánticos</p> <p>2- Dispositivos superconductores contemporáneos.</p> <p>2.1-Dispositivos por efecto proximidad y túnel cuántico: Uniones débiles y Josephson. Sensores de interferencia cuántica (SQUID). Emisores THz por efecto Josephson intrínseco. Qubits (de carga, de fase, de flujo).</p> <p>2.2-Sensores transition-edge: Bolométricos, hot electron, de rotura de pares, de avalanchas; térmicos, fotónicos y electrónicos.</p> <p>2.3-Dispositivos híbridos y nanoestructurados para elementos funcionales: Ratchets, sensores de vorticidad SAW, sensores nanohilo, sistemas superconductor + piezoeléctrico, otros.</p> <p>2.4-Otros dispositivos: Almacenamiento de energía a escalas macro y micro; motores, generadores y estabilizadores eléctricos superconductores; cables 2G.</p> <p>2.5-Criotecnología para la operación de dispositivos superconductores.</p>		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica		
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.		
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios		



CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género		
CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras		
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinarios o transdisciplinarios, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social		
CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE04 - Conocer y saber aplicar las teorías físicas inherentes a la comprensión de los sistemas para el procesado de la información cuántica, incluyendo la termodinámica cuántica así como aspectos avanzados de magnetismo y mecánica cuántica		
CE05 - Conocer y comprender la naturaleza de las plataformas físicas para el procesado de la información cuántica en sistemas de estado sólido: sistemas superconductores, criociencia y materiales cuánticos, incluyendo el estudio de estados topológicos		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	15	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	10	100
Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.		



5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	60.0	80.0
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinarios. Puede valorarse sólo su contenido o, también, su presentación y defensa.	20.0	40.0
NIVEL 2: Fotónica de Semiconductores		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	3	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
Lenguas en las que se imparte		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>Esta asignatura proporciona los fundamentos de las propiedades fotónicas de materiales y dispositivos semiconductores. Entre otros, se estudiarán dispositivos emisores de luz casi-clásica como láseres (estado coherente) y cuántica como los LED de punto cuántico (fotón simple) o como la generación de SPDC (estado bi-fotón, ...). También se estudiarán detectores de luz cuántica tanto para medidas temporales (fotodiodo de avalancha de fotón simple o SAPD) como para medidas espaciales (sensores de imagen EMCCD). Tanto las fuentes como los detectores de semiconductor se presentarán tanto en su versión de volumen (3D) como en su versión de fotónica integrada cuando proceda, esta última por su elevado interés en tecnologías emergentes.</p>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<ul style="list-style-type: none"> -Fundamentos de fotometría y radiometría clásica y cuántica -Principios físicos de semiconductores para fotónica 3D e integrada -LEDs, Láseres de semiconductor, Fuentes de fotón simple, Fuentes SPDC, -Fotodetectores: fotodiodos, sensores de imagen, detectores (APDs, SAPDs). 		



5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica		
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.		
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios		
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género		
CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras		
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinares o transdisciplinares, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social		
CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas		
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE06 - Conocer y comprender la naturaleza de las plataformas físicas para el procesado de la información cuántica en sistemas fotónicos: óptica cuántica, sistemas ópticos integrados, sistemas opto-atómicos, sistemas de detección y medida, fotónica de semiconductores		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	15	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio	10	100



de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.		
Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	20.0	60.0
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.	20.0	60.0
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinarios. Puede valorarse sólo su contenido o, también, su presentación y defensa.	0.0	40.0
Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para complementar la realización de trabajos y evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.	0.0	30.0
NIVEL 2: Sistemas Cuánticos Basados en Reglas		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3



	3	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>Esta materia trata de establecer sinergias entre dos áreas de investigación y desarrollo aparentemente desconectadas: la inteligencia artificial y la computación cuántica. El curso comienza con una breve descripción de los orígenes de la inteligencia artificial simbólica y el tipo de problemas que se intenta resolver. A continuación, se centra en un tipo específico de programas de inteligencia artificial simbólica, los sistemas basados en reglas. Aspectos relacionados con los sistemas basados en reglas serán tratados de manera exhaustiva y rigurosa desde la perspectiva de la computación cuántica. Esta materia incluye el desarrollo de modelos cuánticos para el tratamiento del conocimiento inexacto, y la construcción de una arquitectura cuántica equivalente a un circuito inferencial convencional. La materia concluye con la construcción de un sistema basado en reglas cuánticas.</p>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<ul style="list-style-type: none"> · Fundamentos de Sistemas de Producción · Circuitos Inferenciales Cuánticos · Representación Cuántica del Conocimiento Impreciso · Propagación Cuántica de la Incertidumbre Clásica · Modelo Cuántico de Factores de Certidumbre 		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.		
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios		



CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género		
CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras		
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinarios o transdisciplinarios, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social		
CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas		
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE09 - Conocer y saber aplicar aspectos avanzados de computación cuántica: aprendizaje cuántico, arquitectura cuántica eficiente, modo de operación de los aceleradores cuánticos, computación de altas prestaciones, sistemas cuánticos basados en reglas y aplicaciones a cálculo numérico		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos complementadas con el uso de medios audiovisuales.	15	100
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	10	100
Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Método expositivo: el profesorado presenta un tema al alumnado con el objetivo de facilitar un conjunto de información con alcance concreto. Esta metodología docente se aplicará a la actividad formativa ¿Clases de teoría?		
Método interactivo: de aplicación en las clases de problemas, incentiva la participación del estudiante, fomentando que busque y explique soluciones.		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Estudio de casos: se plantea al alumnado un escenario de trabajo, real o ficticio, que presenta una determinada problemática. El alumnado debe aplicar los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura para buscar una solución a la cuestión o cuestiones		



planteadas. Como norma general, el estudio de casos se realizará en grupos. Los distintos grupos de trabajo expondrán y pondrán en común sus soluciones.

5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Exámenes finales o parciales: engloba todo tipo de pruebas de evaluación tanto finales como parciales. También incluye tests en línea. Los exámenes finales se programarán con antelación.	20.0	60.0
Evaluación continua: incluye aspectos objetivos como la asistencia y la entrega y resolución de ejercicios y/o pruebas escritas, y otros más subjetivos a juicio del profesor, como la participación, la realización de buenas preguntas o cualquier detalle que permita juzgar el nivel de asimilación de los contenidos por parte del alumno.	20.0	60.0
Trabajos de extensión: son trabajos cortos sobre aspectos concretos tratados en la asignatura. Pueden realizarse en grupo y ser interdisciplinarios. Puede valorarse sólo su contenido o, también, su presentación y defensa.	0.0	40.0
Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para complementar la realización de trabajos y evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.	0.0	30.0
NIVEL 2: Laboratorio de Comunicaciones Cuánticas		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Optativa	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	3	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		



No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
Medida y caracterización experimental de sistemas QKD comerciales. Medida y caracterización práctica de fuentes y detectores fotónicos.		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
Medida y caracterización experimental de sistemas QKD comerciales. Medida y caracterización práctica de fuentes y detectores fotónicos.		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.		
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género		
CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras		
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinares o transdisciplinares, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social		
CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad		
CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas		
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE03 - Comprensión y conocimiento de los fundamentos de la Teoría Cuántica de la Información, así como los aspectos básicos de los cuatro tipos de tecnologías cuánticas: computación, comunicaciones, metrología, simulación		
CE06 - Conocer y comprender la naturaleza de las plataformas físicas para el procesamiento de la información cuántica en sistemas fotónicos: óptica cuántica, sistemas ópticos integrados, sistemas opto-atómicos, sistemas de detección y medida, fotónica de semiconductores		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Docencia teórica: clases expositiva basadas en el diálogo con los alumnos	15	100



complementadas con el uso de medios audiovisuales.		
Docencia práctica: seminarios y sesiones para la adquisición de competencias en base a la resolución de problemas, estudio de casos y realización de proyectos. Los proyectos, de calado más amplio, se pueden realizar de forma individual o en grupos de trabajo.	10	100
Trabajo personal del alumno: tiempo para el estudio de la materia dada y la resolución de ejercicios propuestos.	50	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Tutela de trabajo práctico: es de aplicación en la realización de trabajos de laboratorio, de fin de máster y prácticas externas. También en la prácticas de laboratorio. En todos los casos, el alumno tendrá bien claro el fin que se pretende alcanzar y los medios con los que cuenta.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Seguimiento: será de aplicación en situaciones en las que el trabajo personal autónomo sea una componente mayoritaria del esfuerzo de trabajo. Así en las prácticas de laboratorio se valorará la actitud dedicada y la laboriosidad. Igualmente el trabajo de "Prácticas externas" en empresas será sometido a seguimiento en base a informes de los propios alumnos o de las empresas. La evaluación que se sigue del seguimiento tiene una componente subjetiva y por eso representa un pequeño porcentaje del baremo.	10.0	40.0
Informes de prácticas: son los principales elementos de evaluación en las prácticas de laboratorio. Se darán pautas muy concretas para que tengan un formato estandarizado y profesional.	60.0	90.0
NIVEL 2: Prácticas Externas II		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Prácticas Externas	
ECTS NIVEL 2	3	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	3	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		



CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>El objetivo de esta materia es que el estudiante conozca la realidad laboral de una empresa o institución, adquiriendo experiencia y habilidades profesionales y aplicando en un entorno real los conocimientos adquiridos. Esta asignatura está pensada para yuxtaponerse con Prácticas Externas I con el objetivo de poder acometer prácticas en empresas o institutos que ofrezcan convenios de 140 horas.</p>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<p>Realización de prácticas en organizaciones empresariales o académicas.</p> <p>Redacción de memoria final de actividades.</p>		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		
CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		
CG2 - Manejar con soltura y rigor los fundamentos teóricos y las técnicas de los sistemas cuánticos: comunicación cuántica, información cuántica y computación cuántica		
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.		
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios		
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades		
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
CT03 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida		
CT04 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género		
CT05 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras		
CT07 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinares o transdisciplinares, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social		
CT08 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad		



CT09 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos		
CT10 - Ser capaz de aplicar los conocimientos, capacidades y actitudes a la realidad empresarial y profesional, planificando, gestionando y evaluando proyectos en el ámbito de las tecnologías cuánticas		
CT11 - Ser capaz de plantear, modelar y resolver problemas que requieran la aplicación de métodos, técnicas y tecnologías de inteligencia artificial		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
CE10 - Conocer escenarios de aplicación práctica de la computación cuántica en problemas de interés científico, tecnológico y financiero. Identificar de dominios que exhiban ventaja cuántica. Conocer las instituciones y empresas que son actores en la computación cuántica, adquiriendo una perspectiva de la agenda que es razonable esperar en los próximos años		
CE11 - Adquirir una base sólida sobre la teoría cuántica de la información en su aplicación a las comunicaciones cuánticas, así como sobre la tecnología de dispositivos fotónicos empleados en comunicaciones cuánticas, tanto terrestres como aéreas y vía satélite		
CE13 - Conocer las estrategias de criptografía cuántica y su viabilidad y solvencia en el contexto de la internet cuántica, quantum blockchain, y las comunicaciones secretas, adquiriendo una visión panorámica de los actores que serán esenciales en su despliegue		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Actividad en un entorno profesional: el alumnado realizará prácticas en organizaciones y empresas reales, en donde se integrará en proyectos de interés económico. De esta forma adquirirá una perspectiva que le permita situar en un correcto lugar el aprendizaje realizado.	70	100
Elaboración y presentación de informes: hace referencia a los informes tanto de TFM como de prácticas externas. Será un elemento fundamental para la evaluación de la actividad.	5	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Aprendizaje por proyectos: se podrán plantear retos cuyo alcance requiera un esfuerzo multidisciplinar y transversal que, por lo general se realizará en grupo. Puede requerir que el estudiante aplique, además de competencias de índole técnica, competencias de gestión. El entorno natural para esta metodología son las prácticas externas y el trabajo de fin de máster. Pero puede adoptarse en cualquier asignatura.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Seguimiento: será de aplicación en situaciones en las que el trabajo personal autónomo sea una componente mayoritaria del esfuerzo de trabajo. Así en las prácticas de laboratorio ser valorará la actitud dedicada y la laboriosidad. Igualmente el trabajo de "Prácticas externas" en empresas será sometido a seguimiento en base a informes de los propios alumnos o de las empresas. La evaluación que se sigue del seguimiento tiene una componente subjetiva y por eso representa un pequeño porcentaje del baremo.	10.0	40.0



Informes finales: la evaluación de asignaturas como Prácticas externas y Trabajo de fin de máster se basa en la valoración de informes finales que describen los trabajos prácticos desarrollados en las actividades asociadas. Parte de esta evaluación se puede basar en una presentación oral del informe final realizada por el estudiante ante el profesorado o un tribunal de evaluación.	60.0	90.0
5.5 NIVEL 1: Trabajo de Fin de Máster		
5.5.1 Datos Básicos del Nivel 1		
NIVEL 2: Trabajo de Fin de Máster		
5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	Trabajo Fin de Grado / Máster	
ECTS NIVEL 2	15	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	15	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Sí	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
Sí	No	No
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
En el TFM el alumno desarrollará una trabajo sobre el trabajo que el ámbito de las materias que está cursando, con un alcance que esté de acuerdo con el número de créditos de la materia.		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
Definición del proyecto: objetivos, alcance y planteamiento metodológico.		
Realización del proyecto: análisis del problema, aplicación de métodos teóricos y técnicas.		
Redacción del informe final.		
Presentación y defensa del trabajo realizado en acto público.		
5.5.1.4 OBSERVACIONES		
5.5.1.5 COMPETENCIAS		
5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES		



CG1 - Mantener y extender planteamientos teóricos fundados para permitir la introducción y explotación de conceptos y desarrollos avanzados en los diversos ámbitos de las tecnologías cuánticas		
CG3 - Buscar y seleccionar la información útil, necesaria para resolver problemas complejos del ámbito de las tecnologías cuánticas, manejando las fuentes bibliográficas del campo.		
CG4 - Elaborar adecuadamente y con originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de trabajo, artículos científicos y formular hipótesis razonables de trabajo.		
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio		
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios		
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades		
5.5.1.5.2 TRANSVERSALES		
No existen datos		
5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS		
No existen datos		
5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS		
ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Tutorías: Esta actividad está destinada a una interacción personalizada entre el profesor y el alumno. Podrá ser solicitada en cualquier momento. Aplica en particular a asignaturas como 'Prácticas externas' y 'Trabajo de fin de máster', en las que el estudiante goza de una cierta autonomía en su aprendizaje.	10	100
Realización del trabajo académicamente dirigido: se refiere al conjunto de actividades y tareas conducentes a la realización del Trabajo de Fín de Máster.	340	0
Elaboración y presentación de informes: hace referencia a los informes tanto de TFM como de prácticas externas. Será un elemento fundamental para la evaluación de la actividad.	25	0
5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES		
Tutorías: el profesorado atenderá al alumnado en sesiones de tutorías individualizadas dedicadas a la orientación en el estudio y la resolución de dudas sobre los contenidos y trabajos de la asignatura.		
Trabajo autónomo: es de aplicación en todas las actividades formativas. El trabajo de preparación, estudio, realización de memorias, profundización de conceptos, forma parte de esta metodología.		
Tutela de trabajo práctico: es de aplicación en la realización de trabajos de laboratorio, de fin de máster y prácticas externas. También en la prácticas de laboratorio. En todos los casos, el alumno tendrá bien claro el fin que se pretende alcanzar y los medios con los que cuenta.		
Aprendizaje por proyectos: se podrán plantear retos cuyo alcance requiera un esfuerzo multidisciplinar y transversal que, por lo general se realizará en grupo. Puede requerir que el estudiante aplique, además de competencias de índole técnica, competencias de gestión. El entorno natural para esta metodología son las prácticas externas y el trabajo de fin de máster. Pero puede adoptarse en cualquier asignatura.		
5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Evaluación oral y defensa de trabajos: este sistema puede introducirse para complementar la realización de trabajos y	30.0	80.0



evaluar la capacidad de comunicación y comprensión del tema sobre el que versa. En general se tratará de exposiciones cortas y abiertas a la clase.		
Informes finales: la evaluación de asignaturas como Prácticas externas y Trabajo de fin de máster se basa en la valoración de informes finales que describen los trabajos prácticos desarrollados en las actividades asociadas. Parte de esta evaluación se puede basar en una presentación oral del informe final realizada por el estudiante ante el profesorado o un tribunal de evaluación.	30.0	80.0



6. PERSONAL ACADÉMICO

6.1 PROFESORADO Y OTROS RECURSOS HUMANOS				
Universidad	Categoría	Total %	Doctores %	Horas %
Universidad de Santiago de Compostela	Profesor Contratado Doctor	5.1	5.1	3,5
Universidad de Vigo	Catedrático de Universidad	7.7	7.7	8,1
Universidad de Vigo	Profesor Titular de Universidad	23.1	23.1	24,2
Universidad de Vigo	Profesor Contratado Doctor	2.6	2.6	1,8
Universidad de A Coruña	Catedrático de Universidad	12.8	12.8	13,4
Universidad de A Coruña	Profesor Titular de Universidad	5.1	5.1	5,4
Universidad de A Coruña	Profesor Contratado Doctor	2.6	2.6	1,8
Universidad de Santiago de Compostela	Catedrático de Universidad	15.4	15.4	16,1
Universidad de Santiago de Compostela	Profesor Titular de Universidad	23.1	23.1	24,2
Universidad de Santiago de Compostela	Catedrático de Escuela Universitaria	2.6	2.6	1,8
PERSONAL ACADÉMICO				
Ver Apartado 6: Anexo 1.				
6.2 OTROS RECURSOS HUMANOS				
Ver Apartado 6: Anexo 2.				

7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS

Justificación de que los medios materiales disponibles son adecuados: Ver Apartado 7: Anexo 1.

8. RESULTADOS PREVISTOS

8.1 ESTIMACIÓN DE VALORES CUANTITATIVOS		
TASA DE GRADUACIÓN %	TASA DE ABANDONO %	TASA DE EFICIENCIA %
95	5	90
CODIGO	TASA	VALOR %
1	Tasa de rendimiento	95
Justificación de los Indicadores Propuestos:		
Ver Apartado 8: Anexo 1.		
8.2 PROCEDIMIENTO GENERAL PARA VALORAR EL PROCESO Y LOS RESULTADOS		
<p>Con el apoyo de las ACMPs (Áreas de Calidad y Mejora del Procedimiento dependientes de los Vicerrectorado competentes en asuntos de Calidad en cada Universidad), analizaremos una serie de indicadores referentes los siguientes apartados:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Resultados de Aprendizaje. · Resultados de Inserción Laboral. · Resultados de Recursos Humanos. · Resultados de Recursos Materiales y Servicios. 		



- Resultados de Retroalimentación de los Grupos de Interés (medidas de percepción y análisis de incidencias).

Los ACMPs publican, antes de iniciar el proceso de revisión de los resultados de los programas formativos la tabla de indicadores, informes, encuestas y evidencias a emplear, así como la información necesaria para su correcta interpretación. A la luz de los resultados y datos, las comisiones de calidad de los centros elaboran las *memorias de calidad*, que son informadas carácter previo a su aprobación.

Estas memorias constituyen la herramienta básica para valorar el progreso en los resultados.

Una vez aprobadas son remitidas a los vicerrectorados con competencias en calidad que, con las conclusiones contenidas en ellas, elaboran el plan de mejoras y recomendaciones.

9. SISTEMA DE GARANTÍA DE CALIDAD

ENLACE	https://www.usc.gal/es/centro/facultad-fisica/calidad
--------	---

10. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN

10.1 CRONOGRAMA DE IMPLANTACIÓN

CURSO DE INICIO	2023
-----------------	------

Ver Apartado 10: Anexo 1.

10.2 PROCEDIMIENTO DE ADAPTACIÓN

La implantación de la titulación no implica la desaparición de otras, por lo que no se habilita un procedimiento específico para el estudiantado procedente de anteriores ordenaciones.

10.3 ENSEÑANZAS QUE SE EXTINGUEN

CÓDIGO	ESTUDIO - CENTRO
--------	------------------

11. PERSONAS ASOCIADAS A LA SOLICITUD

11.1 RESPONSABLE DEL TÍTULO

NIF	NOMBRE	PRIMER APELLIDO	SEGUNDO APELLIDO
33286928V	María Elena	López	Lago
DOMICILIO	CÓDIGO POSTAL	PROVINCIA	MUNICIPIO
Facultad de Física - Campus Vida	15782	A Coruña	Santiago de Compostela
EMAIL	MÓVIL	FAX	CARGO
fisica.decanato@usc.es	881813954	881813954	Decana

11.2 REPRESENTANTE LEGAL

NIF	NOMBRE	PRIMER APELLIDO	SEGUNDO APELLIDO
76565571C	ANTONIO	LOPEZ	DIAZ
DOMICILIO	CÓDIGO POSTAL	PROVINCIA	MUNICIPIO
Pazo de San Xerome s/n	15782	A Coruña	Santiago de Compostela
EMAIL	MÓVIL	FAX	CARGO
antonio.lopez.diaz@usc.es	600940001	881811001	Rector

11.3 SOLICITANTE

El responsable del título no es el solicitante

NIF	NOMBRE	PRIMER APELLIDO	SEGUNDO APELLIDO
00400243C	Javier	Mas	Sole
DOMICILIO	CÓDIGO POSTAL	PROVINCIA	MUNICIPIO
Facultad de Física - Campus Vida	15782	A Coruña	Santiago de Compostela
EMAIL	MÓVIL	FAX	CARGO
javier.mas@usc.es	881813985	881813985	Coordinador



Apartado 1: Anexo 1

Nombre :Convenio Ciencia e TecnoloXias de Informacion Cuantica.pdf

HASH SHA1 :FA4FF9DF805B4A690B4D76DC1D2D98F8BF3E071BC

Código CSV :576082258598253530871683

Ver Fichero: Convenio Ciencia e TecnoloXias de Informacion Cuantica.pdf



Apartado 2: Anexo 1

Nombre :11.1 Punto 2 Justificacion.pdf

HASH SHA1 :8C9F88DD86222802B197C43C91DF620BB5D03B79

Código CSV :615994558588893113879776

Ver Fichero: 11.1 Punto 2 Justificacion.pdf



Apartado 4: Anexo 1

Nombre :11.1 Puntos 4.1 y 9 e Informe Xunta de Galicia.pdf

HASH SHA1 :4AB64071826426003AA9C800CE7EB71A682EF331

Código CSV :615645032811818386732266

Ver Fichero: 11.1 Puntos 4.1 y 9 e Informe Xunta de Galicia.pdf



Apartado 5: Anexo 1

Nombre :11.1 Punto 5.1 Descripción del Plan de Estudios.pdf

HASH SHA1 :1A585CA79A30EC6F2B02AD9DED3AB492403BA5E2

Código CSV :615993608629504531818021

Ver Fichero: 11.1 Punto 5.1 Descripción del Plan de Estudios.pdf



Apartado 6: Anexo 1

Nombre :11.1 Punto 6.1 Personal Academico.pdf

HASH SHA1 :FBE55643B1FFD9D03472FE38F9C55AB3B09C38FB

Código CSV :615649262945122794375379

Ver Fichero: 11.1 Punto 6.1 Personal Academico.pdf



Apartado 6: Anexo 2

Nombre :11.1 Punto 6.1 Otros recursos humanos.pdf

HASH SHA1 :08789FCCC74B9B667ADC5535E616CCE2126B6ECA

Código CSV :615991921412246227424137

Ver Fichero: 11.1 Punto 6.1 Otros recursos humanos.pdf



Apartado 7: Anexo 1

Nombre :11.1 Punto 7. Recursos Materiales y Servicios.pdf

HASH SHA1 :2D28353FB059381923BFFC4E7F2D16EBE0B4BCBD

Código CSV :615653248294589599484118

Ver Fichero: 11.1 Punto 7. Recursos Materiales y Servicios.pdf



Apartado 8: Anexo 1

Nombre :Tasas de exito.pdf

HASH SHA1 :E810B4A3A29C94DE9FAF012B92F203932680D771

Código CSV :579253187875751688377548

Ver Fichero: Tasas de exito.pdf



Apartado 10: Anexo 1

Nombre :Cronograma de implantación.pdf

HASH SHA1 :62A24A8A1A35F64418C57B83EBAAEAB164151735

Código CSV :579205293353817957365723

Ver Fichero: Cronograma de implantación.pdf



