



## Escola de Enxeñaría de Telecomunicación

### Páxina web

[www.teleco.uvigo.es](http://www.teleco.uvigo.es)

### Presentación

A Escola Enxeñaría de Telecomunicación, con acreditación institucional dende o 28/01/2019 (RD 420/2015), oferta un grao e catro másteres totalmente adaptados ao Espazo Europeo de Educación Superior, verificados pola ANECA axustándose ás Ordes Ministeriais CIN/352/2009 e CIN/355/2009.

### **Grao en Enxeñaría de Tecnoloxías de Telecomunicación (GETT) - Bachelor's Degree in Telecommunication Technologies Engineering**

**(Acreditado EUR-ACE®, 15/04/2019; Plan de Excelencia Ultreia 2020 da Xunta de Galicia).**

O Grao en Enxeñaría de Tecnoloxías de Telecomunicación habilita para o exercicio das profesións reguladas de enxeñaría técnica. As profesións reguladas son aquelas para que o exercicio require cumprir unha condición especial que, xeralmente, é estar en posesión dun determinado título académico. Na actualidade, réxense polo Real Decreto 1837/2008. O Espazo Europeo de Educación Superior (EEES) determinou que as atribucións profesionais pódense adquirir coa titulación de grao (Enxeñeiros e Enxeñeiras Técnicos) ou coa titulación de mestrado universitario (Enxeñeiros e Enxeñeiras).

O GETT foi seleccionado para participar no Plan de Excelencia do Sistema Universitario de Galicia Ultreia 2020, no que se recolle un conxunto de accións que teñen como obxectivo que as universidades galegas poidan dar un novo salto de calidade. Ao abeiro deste plan, a partir do curso 2018/19 **ofértase un itinerario en inglés para que, os alumnos e alumnas que o desexen, podan cursar nesta lingua ata o 80% dos créditos da titulación.**

<http://teleco.uvigo.es/images/stories/documentos/gett/diptico-uvigo-eet-grao-gal.pdf>

www: <http://teleco.uvigo.es/index.php/es/estudios/gett>

### **Máster en Enxeñaría de Telecomunicación**

Determinadas profesións reguladas necesitan un nivel de estudos maior e así, para poder exercelas, requírese ter cursado un mestrado universitario habilitante. O Mestrado en Enxeñaría de Telecomunicación é un mestrado con atribucións profesionais plenas de Enxeñeiro e Enxeñeira de Telecomunicación, regulado pola Orde Ministerial CIN/355/2009 de 9 de febreiro de 2009 e publicado no BOE nº 44 de 20/02/2009.

<http://teleco.uvigo.es/images/stories/documentos/met/diptico-uvigo-eet-master-gal.pdf>

www: <http://teleco.uvigo.es/index.php/es/estudios/mit>

### **Mestrados Interuniversitarios**

A oferta educativa actual do centro complétase con diferentes mestrados interuniversitarios interrelacionados co sector empresarial.

Master Interuniversitario en Ciberseguridade; www: <https://www.munics.es/>

Máster Interuniversitario en Matemática Industrial: www: <http://m2i.es>

## **Equipo directivo**

---

### EQUIPO DIRECTIVO DO CENTRO

Directora: Rebeca Pilar Díaz Redondo ( [teleco.direccion@uvigo.gal](mailto:teleco.direccion@uvigo.gal))

Secretaría e Subdirección de Novas Titulacións: Pedro Rodríguez Hernández  
([teleco.subdir.secretaria@uvigo.gal](mailto:teleco.subdir.secretaria@uvigo.gal);[teleco.subdir.novastitulacions@uvigo.gal](mailto:teleco.subdir.novastitulacions@uvigo.gal))

Subdirección de Organización Académica: Pedro Comesaña Alfaro ([teleco.subdir.academica@uvigo.gal](mailto:teleco.subdir.academica@uvigo.gal))

Subdirección de Relaciones Internacionais e Subdirección de Infraestructuras: María Verónica Santalla del Río ([teleco.subdir.internacional@uvigo.gal](mailto:teleco.subdir.internacional@uvigo.gal); [teleco.subdir.infraestructuras@uvigo.gal](mailto:teleco.subdir.infraestructuras@uvigo.gal))

Subdirección Difusión e Captación: Laura Docio Fernández ([teleco.subdir.captacion@uvigo.gal](mailto:teleco.subdir.captacion@uvigo.gal))

Subdirección de Calidade: Ana María Cao Paz([teleco.subdir.calidade@uvigo.gal](mailto:teleco.subdir.calidade@uvigo.gal))

### COORDINACIÓN DO GRAO EN ENXEÑARÍA DE TECNOLOXÍAS DE TELECOMUNICACIÓN

Coordinadora Xeral: Lucía Costas Pérez ([teleco.grao@uvigo.gal](mailto:teleco.grao@uvigo.gal))

<https://teleco.uvigo.es/es/documentos/acordos-es/comisions-academicas-es/miembros-de-la-comision-academica-del-gett/>

### COORDINACIÓN DO MESTRADO EN ENXEÑARÍA DE TELECOMUNICACIÓN

Coordinador Xeral: Manuel García Sánchez ([teleco.master@uvigo.gal](mailto:teleco.master@uvigo.gal))

<https://teleco.uvigo.es/es/documentos/acordos-es/comisions-academicas-es/miembros-de-la-comision-academica-del-met/>

### COORDINACIÓN DO MESTRADO INTERUNIVERSITARIO EN CIBERSEGURIDADE

Coordinada Xeral: Ana Fernández Vilas ([teleco.munics@uvigo.gal](mailto:teleco.munics@uvigo.gal))

<https://teleco.uvigo.es/es/documentos/acordos-es/comisions-academicas-es/miembros-de-la-comision-academica-del-munics/>

### COORDINACIÓN DO MESTRADO INTERUNIVERSITARIO EN MATEMÁTICA INDUSTRIAL

Coordinadora Xeral: Elena Vázquez Cendón (USC)

Coordinador UVIGO: José Durany Castrillo ([durany@dma.uvigo.es](mailto:durany@dma.uvigo.es))

<http://www.m2i.es/?seccion=coordinacion>

### COORDINACIÓN DO MESTRADO INTERUNIVERSITARIO EN VISIÓN POR COMPUTADOR

Coordinador Xeral: Xose Manuel Pardo López (USC)

Coordinador UVIGO: José Luis Alba Castro ([jalba@gts.uvigo.es](mailto:jalba@gts.uvigo.es))

<https://www.imcv.eu/legal-notice/>

### COORDINADOR DO MESTRADO INTERUNIVERSITARIO EN CIENCIA E TECNOLOXÍAS DE INFORMACIÓN CUÁNTICA

Coordinador Xeral: Javier Mas (USC)

Coordinador UVIGO: Manuel Fernández Veiga([teleco.mqist@uvigo.es](mailto:teleco.mqist@uvigo.es))

<https://quantummastergalicia.es/info>

---

<b>Materias</b>			
<b>Curso 1</b>			
Código	Nome	Cuadrimestre	Cr.totais
V05M198V01101	Mecánica cuántica I	1c	3
V05M198V01102	Mecánica cuántica II	1c	3
V05M198V01103	Fundamentos de información cuántica	1c	3
V05M198V01104	Introdución á computación cuántica	1c	3
V05M198V01105	Fundamentos de comunicacións cuánticas	1c	3
V05M198V01106	Ferramentas da computación cuántica	1c	3
V05M198V01107	Programación e implementación de algoritmos cuánticos	1c	3
V05M198V01108	Computación cuántica e aprendizaxe máquina	1c	3
V05M198V01109	Teoría da información cuántica avanzada	1c	3
V05M198V01110	Tecnoloxías fotónicas para a comunicación cuántica	1c	3
V05M198V01111	Comunicacións cuánticas avanzadas	1c	3
V05M198V01112	Óptica cuántica	1c	3
V05M198V01113	Sistemas físicos para a información cuántica	1c	3
V05M198V01119	Mecánica cuántica avanzada	1c	3
V05M198V01120	Arquitecturas da computación cuántica	1c	3
V05M198V01121	Técnicas experimentais para a información cuántica	1c	3
V05M198V01201	Computación cuántica e computacións de altas prestacións	2c	3
V05M198V01202	Aplicacións prácticas da computación cuántica	2c	3
V05M198V01203	Códigos de corrección de erros	2c	3
V05M198V01204	Redes de comunicacións cuánticas	2c	3
V05M198V01205	Materiais cuánticos	2c	3
V05M198V01206	Sistemas abertos e termodinámica cuántica	2c	3
V05M198V01207	Metroloxía e sensores cuánticos	2c	3
V05M198V01208	Métodos numéricos en computación cuántica	2c	3
V05M198V01209	Introdución á simulación cuántica	2c	3
V05M198V01210	Ciencia e tecnoloxía da superconductividade	2c	3
V05M198V01211	Fotónica de semicondutores	2c	3

V05M198V01212	Sistemas cuánticos basados en reglas	2c	3
V05M198V01213	Laboratorio de comunicaciones cuánticas	2c	3
V05M198V01214	Prácticas externas I	2c	3
V05M198V01215	Prácticas externas II	2c	3
V05M198V01216	Comunicaciones cuánticas vía satélite	2c	3
V05M198V01217	Trabajo Fin de máster	2c	15

<b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>				
<b>Mecánica cuántica I</b>				
Materia	Mecánica cuántica I			
Código	V05M198V01101			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OB	1	1c
Lingua de impartición	Castelán Galego			
Departamento	Física aplicada			
Coordinador/a	Paredes Galán, Ángel			
Profesorado	Paredes Galán, Ángel			
Correo-e	angel.paredes@uvigo.es			
Web	<a href="http://quantummastergalicia.es/info">http://quantummastergalicia.es/info</a>			
Descrición xeral	Neste curso preséntanse o formalismo e os elementos básicos da mecánica cuántica, e máis particularmente os máis adaptados ao tratamento cuántico da información. Abarca os temas introductorios que serán requiridos polas distintas materias. Está enfocado a estudantes que proveñen de graos ou mestrados nos que nunca se viu a Mecánica Cuántica: enxeñaría, matemáticas, etc. Comezase cunha revisión dos métodos matemáticos e continuará cun estudo en profundidade dos axiomas da Mecánica Cuántica e as súas consecuencias prácticas.			

<b>Resultados de Formación e Aprendizaxe</b>	
Código	
A1	Comprender o dominio, conceptos, métodos e técnicas básicas da mecánica cuántica: formalismo matemático, postulados, operadores, matrices, esfera de Bloch, estados fotónicos.
B1	Coñecer os fundamentos teóricos da mecánica cuántica, o formalismo matemático, os axiomas e os sistemas máis sinxelos.
B2	Adquirir coñecementos sobre sistemas cuánticos con moitos graos de liberdade como medio de almacenamento e procesamento da información.
C1	Analizar e desglosar un concepto complexo, examinar cada parte e observar como encaixan
C2	Clasificar e identificar tipos ou grupos, mostrando como cada categoría é diferente das demais
C3	Comparar e contrastar e sinalar semellanzas e diferenzas entre dous ou máis temas ou conceptos

<b>Resultados previstos na materia</b>	
Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
	A14
	A1
	A14
	A14
	B1
	B2
	C1
	C18
	C2
	C3
	C18
	C18
	C18
	C18
	D18
	D18

<b>Contidos</b>	
Tema	
Perspectiva histórica.	Experimentos básicos.
Espazos de Hilbert complexos.	Ferramentas matemáticas. Elementos de álgebra lineal. Notación de Dirac

Operadores, autovalores e autovectores.	Operadores lineales e notación matricial. Produto externo. Operador identidade. Operadores hermíticos, unitarios e normais. Traza dun operador. Conmutadores. Descomposición espectral.
Postulados da mecánica cuántica.	Postulados. Medidas. Valores de expectación. Incertidume de Heisenberg.
Evolución temporal	Operador Hamiltoniano. Estados estacionarios. Operadores de evolución. Manipulación de estados en sistemas de dous niveis.

### Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	13	0	13
Seminario	9	0	9
Actividades introdutorias	1	0	1
Resolución de problemas de forma autónoma	0	45	45
Resolución de problemas e/ou exercicios	0	5	5
Exame de preguntas obxectivas	1	0	1
Resolución de problemas e/ou exercicios	1	0	1

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

### Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	O profesor expón temas ao alumnado.
Seminario	Sesións baseadas na resolución de problemas.
Actividades introdutorias	Introdución da materia.
Resolución de problemas de forma autónoma	Estudo da materia impartida e resolución dos exercicios propostos.

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Resolución de dúbidas en clase e en titorías. Para concertar titorías, escribir a <a href="mailto:angel.paredes@uvigo.gal">angel.paredes@uvigo.gal</a> Titorías online baixo demanda en: <a href="https://campusremotouvigo.gal/public/961623215">https://campusremotouvigo.gal/public/961623215</a> contrasinal de estudante: ZuT8euJW
Seminario	Resolución de dúbidas en clase e en titorías. Para concertar titorías, escribir a <a href="mailto:angel.paredes@uvigo.gal">angel.paredes@uvigo.gal</a> Titorías online baixo demanda en: <a href="https://campusremotouvigo.gal/public/961623215">https://campusremotouvigo.gal/public/961623215</a> contrasinal de estudante: ZuT8euJW
Actividades introdutorias	Resolución de dúbidas en clase e en titorías. Para concertar titorías, escribir a <a href="mailto:angel.paredes@uvigo.gal">angel.paredes@uvigo.gal</a> Titorías online baixo demanda en: <a href="https://campusremotouvigo.gal/public/961623215">https://campusremotouvigo.gal/public/961623215</a> contrasinal de estudante: ZuT8euJW
Resolución de problemas de forma autónoma	Resolución de dúbidas en titorías. Para concertar titorías, escribir a <a href="mailto:angel.paredes@uvigo.gal">angel.paredes@uvigo.gal</a> Titorías online baixo demanda en: <a href="https://campusremotouvigo.gal/public/961623215">https://campusremotouvigo.gal/public/961623215</a> contrasinal de estudante: ZuT8euJW

### Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Resolución de problemas e/ou exercicios	Propoñeranse problemas a resolver individualmente para demostrar a adquisición de resultados de aprendizaxe e competencias.	60 A1	B1 C1 B2 C2 C3
Exame de preguntas obxectivas	Exame presencial con preguntas obxectivas destinadas a avaliar os coñecementos adquiridos.	20 A1	B1 C1 B2 C2 C3

Resolución de problemas e/ou exercicios	Exame presencial de resolución de problemas.	20	A1	B1 B2	C1 C2 C3
---	--	----	----	----------	----------------

### **Outros comentarios sobre a Avaliación**

Avaliación continua:

Constará de tres probas:

Resolución de problemas fóra da aula 1: Valor 30%. Resolución de problemas relacionados coa primeira metade do curso. Tamén se valorará a asistencia continuada e a participación na clase.

Resolución de problemas fóra da aula 2: Valor 30%. Resolución de problemas relacionados coa segunda metade do curso. Tamén se valorará a asistencia continuada e a participación na clase.

Exame final. Valor 40%. Constará dunha parte de preguntas obxectivas (20%) e unha parte de resolución de problemas (20%).

Avaliación global:

Realizarase un exame composto por preguntas obxectivas (20%) e resolución de problemas (80%) que valerá o 100% da nota da materia.

Este esquema de avaliación é válido tanto para a oportunidade ordinaria como para a extraordinaria.

Compromiso ético: espérase que o alumno/a mostre un comportamento ético adecuado. No caso de detectarse comportamentos pouco éticos (copia, plaxio, uso de dispositivos electrónicos non autorizados, etc.), considerarase que o alumno non reúne os requisitos necesarios para superar a materia. Neste caso, a cualificación final da oportunidade de avaliación correspondente será de suspenso (0,0).

### **Bibliografía. Fontes de información**

#### **Bibliografía Básica**

#### **Notes of the subject,**

#### **Bibliografía Complementaria**

David A.B. Miller, **Quantum Mechanics for Scientists and Engineers**, Cambridge University Press, 2008

Michael A. Nielsen and Isaac L. Chuang, **Quantum computation and quantum information**, Cambridge University Press, 2002

Michel Le Bellac, **Quantum physics**, Cambridge University Press, 2006

### **Recomendacións**

#### **Materias que continúan o temario**

Mecánica cuántica II/V05M198V01102

Fundamentos de información cuántica/V05M198V01103

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Mecánica cuántica II**

Materia	Mecánica cuántica II			
Código	V05M198V01102			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OB	1	1c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web	<a href="http://www.usc.gal/gl/estudos/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20262027/mecanica-cuantica-ii-19342-18435-2-103723">http://www.usc.gal/gl/estudos/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20262027/mecanica-cuantica-ii-19342-18435-2-103723</a>			

Descrición xeral

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

**Contidos**

Tema

**Planificación**

Horas na aula      Horas fóra da aula      Horas totais

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

**Metodoloxía docente**

Descrición

**Atención personalizada****Avaliación**

Descrición      Cualificación      Resultados de Formación e Aprendizaxe

**Outros comentarios sobre a Avaliación****Bibliografía. Fontes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendacións**

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Fundamentos de información cuántica**

Materia	Fundamentos de información cuántica			
Código	V05M198V01103			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OB	1	1c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web	<a href="http://www.usc.gal/gl/estudios/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20262027/fundamentos-informacion-cuantica-19342-18435-2-103724">http://www.usc.gal/gl/estudios/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20262027/fundamentos-informacion-cuantica-19342-18435-2-103724</a>			
Descrición xeral				

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

**Contidos**

Tema

**Planificación**

Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
---------------	--------------------	--------------

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

**Metodoloxía docente**

Descrición

**Atención personalizada****Avaliación**

Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
------------	---------------	---------------------------------------

**Outros comentarios sobre a Avaliación****Bibliografía. Fontes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendacións**

## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Introducción á computación cuántica

Materia	Introducción á computación cuántica			
Código	V05M198V01104			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OB	1	1c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web	<a href="http://guiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=614&amp;ensenyament=614551&amp;assignatura=614551004&amp;any_academic=2026_27&amp;any_academic=2026_27">http://guiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=614&amp;ensenyament=614551&amp;assignatura=614551004&amp;any_academic=2026_27&amp;any_academic=2026_27</a>			
Descrición xeral				

## Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código

### Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

### Contidos

Tema

### Planificación

Horas na aula      Horas fóra da aula      Horas totais

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

### Metodoloxía docente

Descrición

### Atención personalizada

### Avaliación

Descrición      Cualificación      Resultados de Formación e Aprendizaxe

### Outros comentarios sobre a Avaliación

### Bibliografía. Fontes de información

#### Bibliografía Básica

#### Bibliografía Complementaria

### Recomendacións

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Fundamentos de comunicacións cuánticas**

Materia	Fundamentos de comunicacións cuánticas			
Código	V05M198V01105			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OB	1	1c
Lingua de impartición	Castelán Galego Inglés			
Departamento	En constitución Teoría do sinal e comunicacións			
Coordinador/a	Curty Alonso, Marcos			
Profesorado	Curty Alonso, Marcos Zapatero Castrillo, Víctor			
Correo-e	mcurty@com.uvigo.es			
Web	<a href="http://moovi.uvigo.gal">http://moovi.uvigo.gal</a>			
Descrición xeral	Esta materia proporciona ao alumno os conceptos e técnicas básicas de funcionamento dos sistemas de comunicación cuántica, facendo especial fincapé na construción de canles de comunicación seguras e na análise dos protocolos nos que se basean. Debaterase a distribución cuántica de claves, as diferentes posibilidades de implantación tecnolóxica e as técnicas de análise de seguridade destes esquemas.			

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código	
A3	Comprensión e coñecemento dos fundamentos da Teoría da Información Cuántica, así como dos aspectos básicos dos catro tipos de tecnoloxías cuánticas: informática, comunicacións, metroloxía, simulación.
A6	Coñecer e comprender a natureza das plataformas físicas para o procesamento da información cuántica en sistemas fotónicos: óptica cuántica, sistemas ópticos integrados, sistemas optoatómicos, sistemas de detección e medida, fotónica de semicondutores.
A11	Adquirir unha base sólida sobre a teoría cuántica da información na súa aplicación ás comunicacións cuánticas, así como sobre a tecnoloxía dos dispositivos fotónicos empregados nas comunicacións cuánticas, tanto terrestres como aéreas e vía satélite.
A12	Adquirir habilidades para o deseño e estimación de recursos que permitan o desenvolvemento de canles e redes de comunicación cuántica e de computación distribuída. Coñecer o estado de desenvolvemento e implantación actual das redes cuánticas, e os plans para a súa expansión.
B11	Coñecemento das comunicacións cuánticas, principios teóricos e implementacións experimentais, tanto terrestres como aéreas e vía satélite.
B12	Ter coñecementos sobre a criptografía cuántica, as súas bases teóricas, as implementacións existentes e os retos aos que se enfrontan.
C1	Analizar e desglosar un concepto complexo, examinar cada parte e observar como encaixan
C2	Clasificar e identificar tipos ou grupos, mostrando como cada categoría é diferente das demais
C3	Comparar e contrastar e sinalar semellanzas e diferenzas entre dous ou máis temas ou conceptos

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Coñecemento das tecnoloxías fotónicas empregadas nestes sistemas, así como das principais plataformas experimentais, e capacidade para comprender e avaliar o seu rendemento.	A3 A6 A11 A12 B11 B12 C1 C2 C3 C18

Coñecemento e capacidade para aplicar e derivar resultados de protocolos de comunicación cuántica.	A3 A6 A11 A12 B18 B18 B11 B12 C18 C1 C2 C3 D18 D18
--	---

## Contidos

Tema	
1. Teoría da información cuántica	1.1 Revisitando a entropía de Von Neumann: definición, propiedades e exemplos 1.2 Información accesible e límite de Holevo 1.3 Teorema de codificación sen ruído de Shannon e teorema de Schumacher 1.4 Teorema de codificación ruidosa de Shannon e teorema de Holevo-Schumacher-Westmoreland
2. Criptografía cuántica	2.1 Criptografía clásica 2.2 Criptografía de seguridade demostrable 2.3 Distribución cuántica de claves (QKD) e protocolo BB84: polarización fotónica, transmisión cuántica, posprocesamento clásico e seguridade
3. Implementación óptica da distribución de claves cuántica	3.1 Fontes de láser, elementos ópticos lineais e detectores de fotón único 3.2 QKD con fontes de láser: pulsos coherentes débiles e aleatorización de fase 3.3 Ataque "photon-number splitting" e método dos estados señuelo 3.4 Birrefrinxencia e codificación de fase
4. Probas de Bell en criptografía cuántica	4.1 Revisando a proba CHSH 4.2 "Self-testing" e criptografía "device-independent"
5. Repetidores cuánticos	5.1 Motivación 5.2 Conceptos previos: "entanglement swapping" e medición de Bell en óptica lineal 5.3 Repetidores cuánticos baseados no "entanglement swapping"

## Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	18	25	43
Resolución de problemas	4	0	4
Resolución de problemas e/ou exercicios	0	14	14
Exame de preguntas de desenvolvemento	2	8	10

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

## Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Exposición por parte do profesor dos contidos da materia obxecto de estudo.
Resolución de problemas	Resolución de problemas na clase maxistral. Resolución de problemas de forma autónoma por parte do alumnado.

## Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	O alumnado poderá asistir a titorías personalizadas no despacho do profesorado ou a través de medios telemáticos.. Pódese consultar o horario e/ou solicitar as titorías en: <a href="https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/marcos-curty-alonso">https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/marcos-curty-alonso</a>
Resolución de problemas	O alumnado poderá asistir a titorías personalizadas no despacho do profesorado ou a través de medios telemáticos.. Pódese consultar o horario e/ou solicitar as titorías en: <a href="https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/marcos-curty-alonso">https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/marcos-curty-alonso</a>

## Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Resolución de problemas e/ou exercicios	Resolución de problemas e/ou exercicios.	40	A3	B11	C1
			A6	B12	C2
			A11		C3
			A12		
Exame de preguntas de desenvolvemento	Exame final no que se avalían todos os contidos da materia.	60	A3	B11	C1
			A6	B12	C2
			A11		C3
			A12		

### **Outros comentarios sobre a Avaliación**

Haberá dúas modalidades de avaliación na convocatoria ordinaria: avaliación continua e avaliación global. A avaliación continua consiste na entrega dun boletín de exercicios resoltos individualmente por cada alumno (40%), e un exame escrito ao final do curso (60%). A avaliación global consistirá nun único exame escrito ao final do curso. Considerarase que un alumno optou á avaliación global se non presenta o boletín de exercicios. A avaliación continua impide unha cualificación final de non presentado.

### **Bibliografía. Fontes de información**

#### **Bibliografía Básica**

Michael, A. Nielsen, Isaac, L. Chuang, **Quantum Computation and Quantum Information**, Cambridge University Press, 2010

Ramona Wolf, **Quantum Key Distribution: An Introduction With Exercises**, Springer, 2021

Koji Azuma et al., **Quantum repeaters: from quantum networks to the quantum internet**, American Physical Society, 2023

#### **Bibliografía Complementaria**

### **Recomendacións**

#### **Materias que continúan o temario**

Comunicacións cuánticas vía satélite/V05M198V01216

Laboratorio de comunicacións cuánticas/V05M198V01213

Redes de comunicacións cuánticas/V05M198V01204

Comunicacións cuánticas avanzadas/V05M198V01111

## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Ferramentas da computación cuántica

Materia	Ferramentas da computación cuántica			
Código	V05M198V01106			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OP	1	1c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web	<a href="http://guiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=614&amp;ensenyament=614551&amp;assignatura=614551006&amp;any_academic=2026_27&amp;any_academic=2026_27">http://guiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=614&amp;ensenyament=614551&amp;assignatura=614551006&amp;any_academic=2026_27&amp;any_academic=2026_27</a>			
Descrición xeral				

## Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código

### Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

### Contidos

Tema

### Planificación

Horas na aula      Horas fóra da aula      Horas totais

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

### Metodoloxía docente

Descrición

### Atención personalizada

### Avaliación

Descrición      Cualificación      Resultados de Formación e Aprendizaxe

### Outros comentarios sobre a Avaliación

### Bibliografía. Fontes de información

#### Bibliografía Básica

#### Bibliografía Complementaria

### Recomendacións

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Programación e implementación de algoritmos cuánticos**

Materia	Programación e implementación de algoritmos cuánticos			
Código	V05M198V01107			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OP	1	1c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web	<a href="http://uiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=614&amp;ensenyament=614551&amp;assignatura=614551006&amp;any_academic=2026_27&amp;any_academic=2026_27">http://uiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=614&amp;ensenyament=614551&amp;assignatura=614551006&amp;any_academic=2026_27&amp;any_academic=2026_27</a>			
Descrición xeral				

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

**Contidos**

Tema

**Planificación**

Horas na aula      Horas fóra da aula      Horas totais

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

**Metodoloxía docente**

Descrición

**Atención personalizada****Avaliación**

Descrición      Cualificación      Resultados de Formación e Aprendizaxe

**Outros comentarios sobre a Avaliación****Bibliografía. Fontes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendacións**

## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Computación cuántica e aprendizaxe máquina

Materia	Computación cuántica e aprendizaxe máquina			
Código	V05M198V01108			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OP	1	1c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web	<a href="http://guiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=614&amp;ensenyament=614551&amp;assignatura=614551008&amp;any_academic=2026_27&amp;any_academic=2026_27">http://guiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=614&amp;ensenyament=614551&amp;assignatura=614551008&amp;any_academic=2026_27&amp;any_academic=2026_27</a>			
Descrición xeral				

## Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código

### Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

### Contidos

Tema

### Planificación

Horas na aula      Horas fóra da aula      Horas totais

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

### Metodoloxía docente

Descrición

### Atención personalizada

### Avaliación

Descrición      Cualificación      Resultados de Formación e Aprendizaxe

### Outros comentarios sobre a Avaliación

### Bibliografía. Fontes de información

#### Bibliografía Básica

#### Bibliografía Complementaria

### Recomendacións

## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Teoría da información cuántica avanzada

Materia	Teoría da información cuántica avanzada			
Código	V05M198V01109			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OP	1	1c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web				
Descrición xeral	Este curso presenta, interpreta e aplica os resultados principais da teoría da información cuántica aplicables á transmisión e a compresión de información cuántica.			

## Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código	
A3	Comprensión e coñecemento dos fundamentos da Teoría da Información Cuántica, así como dos aspectos básicos dos catro tipos de tecnoloxías cuánticas: informática, comunicacións, metroloxía, simulación.
A11	Adquirir unha base sólida sobre a teoría cuántica da información na súa aplicación ás comunicacións cuánticas, así como sobre a tecnoloxía dos dispositivos fotónicos empregados nas comunicacións cuánticas, tanto terrestres como aéreas e vía satélite.
B3	Coñecer as bases físicas que permiten codificar e procesar a información. Comprensión das novas regras que a Mecánica Cuántica impón para o seu procesamento.
B13	Ter coñecementos sobre as limitacións físicas e técnicas das implantacións de sistemas de tratamento da información cuántica: ruído, decoherencia, etc., así como as estratexias de mitigación ou corrección que se propoñan.
D1	Adquisición de ferramentas e coñecementos que permitan o desenvolvemento de ideas orixinais e innovadoras nun contexto empresarial ou académico.
D2	Capacidade para resolver problemas en contornos novos ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos (ou multidisciplinares) relacionados coa súa área de estudo.
D3	Capacidade para integrar coñecementos e afrontar a complexidade antes de emitir xuízos a partir dunha información que, sendo incompleta ou limitada, inclúa reflexións sobre as responsabilidades sociais e éticas.

## Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Capacidade e coñecementos para aplicar resultados da teoría da información cuántica a canales cuánticas avanzadas. Capacidade para deducir novos resultados.	A3 A11 B3 B13 D1 D2 D3

## Contidos

Tema	
1. Canles cuánticas	a. Repaso de caracterizacións das canles cuánticas: natural, Choi, Kraus, Stinespring b. Exemplos de canles: de preparación, de adición, de substitución, clásico-cuánticos, cuántico-clásicos, isométricos, de depolarización, de borrado c. Canles unitales: canales unitarios mixtos, canales Weyl, canales Schur d. Canles separables, medidas de separabilidade. Canales PPT. Canales LOCC

2. Comunicaciones clásicas asistidas por entrelazamento	a. Capacidade de canle one-shot. Cotas b. Capacidade de canle asintótica. c. Exemplos
3. Comunicacións clásicas sobre canles cuánticas	a. Capacidade de canle one-shot. Cotas b. Capacidade de canle asintótica. c. Exemplos
4. Comunicaciones cuánticas sobre canles cuánticas	a. Capacidade de canle one-shot. Cotas b. Capacidade de canle asintótica. c. Exemplos

### Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	18	25	43
Resolución de problemas	5	0	5
Resolución de problemas e/ou exercicios	0	25	25
Exame de preguntas de desenvolvemento	2	0	2

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

### Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Exposición da teoría, resultados e máis exemplos de comunicacións e protocolos cuánticos.
Resolución de problemas	Resolución de problemas en clase maxistral. Resolución de problemas de forma autónoma por parte do estudantado, con entrega escrita e avaliación.

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Daranse tutorías personalizadas ao estudantado que o desee, sobre calquera dos aspectos de teoría da materia, de acordo coa modalidade e horario dos profesores:: Manuel F. Veiga. [ <a href="https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/manuel-fernandez-veiga">https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/manuel-fernandez-veiga</a> ] Rebeca Díaz. [ <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11470">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11470</a> ]
Resolución de problemas	Darns tutorías personalizadas ao estudantado que o desee sobre os aspectos de aplicación da teoría ao modelado e resolución de problemas de teoría da información cuántica, de acorde coa modalidade e horario dos profesores: Manuel F. Veiga. [ <a href="https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/manuel-fernandez-veiga">https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/manuel-fernandez-veiga</a> ] Rebeca Díaz. [ <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11470">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?id=11470</a> ]

### Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Resolución de problemas e/ou exercicios	Exame escrito. Resolución de problemas e exercicios. Dous exercicios cun peso do 30% cada un	60	A3 A11	B3 B13	D1 D2 D3
Exame de preguntas de desenvolvemento	Exame escrito de preguntas e resolución de exercicios	40	A3 A11	B3 B13	D1 D2 D3

### Outros comentarios sobre a Avaliación

Haberá dúas modalidades de avaliación na convocatoria ordinaria: avaliación continua e avaliación global. A avaliación continua consiste na entrega de dous conxuntos de exercicios escritos resoltos individualmente por cada alumno, cada un dos cales terá un peso do 30% na nota final, máis un exame escrito ao final do curso, cunha ponderación de 40. %. A avaliación global consistirá nun único exame escrito ao final do curso. Considerarase que opta á avaliación global un estudante se non presenta a primeira serie de exercicios escritos. A avaliación continua impide unha cualificación final de non presentada.

### Bibliografía. Fontes de información

#### Bibliografía Básica

John Watrous, **The theory of quantum information**, Cambridge University Press, 2018

#### Bibliografía Complementaria

Sumeet Khatri and Mark M. Wilde, **Principles of Quantum Communication Theory: A Modern Approach**, 2021

---

## **Recomendacións**

---

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Tecnoloxías fotónicas para a comunicación cuántica**

Materia	Tecnoloxías fotónicas para a comunicación cuántica			
Código	V05M198V01110			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OP	1	1c
Lingua de impartición	Castelán Galego			
Departamento	En constitución Física aplicada			
Coordinador/a	Salgueiro Piñeiro, José Ramón			
Profesorado	Michinel Álvarez, Humberto Javier Salgueiro Piñeiro, José Ramón Zapatero Castrillo, Víctor			
Correo-e	jrs@uvigo.es			
Web	<a href="http://quantummastergalicia.es">http://quantummastergalicia.es</a>			
Descrición xeral	A asignatura proporciona os coñecementos básicos sobre dispositivos electrónicos e fotónicos necesarios nun enlace de comunicacións cuántico: láseres e outras fontes ópticas así coma fotodetectores. Tamén se estudan as características e modelos dos canais de transmisión por fibra óptica e no espazo libre			

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código	
A6	Coñecer e comprender a natureza das plataformas físicas para o procesamento da información cuántica en sistemas fotónicos: óptica cuántica, sistemas ópticos integrados, sistemas optoatómicos, sistemas de detección e medida, fotónica de semicondutores.
A11	Adquirir unha base sólida sobre a teoría cuántica da información na súa aplicación ás comunicacións cuánticas, así como sobre a tecnoloxía dos dispositivos fotónicos empregados nas comunicacións cuánticas, tanto terrestres como aéreas e vía satélite.
B7	Coñecer a óptica cuántica e o papel e as propiedades da luz e a súa manipulación no procesamento e comunicacións da información cuántica.
B11	Coñecemento das comunicacións cuánticas, principios teóricos e implementacións experimentais, tanto terrestres como aéreas e vía satélite.
B13	Ter coñecementos sobre as limitacións físicas e técnicas das implantacións de sistemas de tratamento da información cuántica: ruído, decoherencia, etc., así como as estratexias de mitigación ou corrección que se propoñan.
C1	Analizar e desglosar un concepto complexo, examinar cada parte e observar como encaixan
C2	Clasificar e identificar tipos ou grupos, mostrando como cada categoría é diferente das demais
C3	Comparar e contrastar e sinalar semellanzas e diferenzas entre dous ou máis temas ou conceptos

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Coñecer os aspectos básicos das fontes ópticas e as súas aplicacións ás comunicacións	A6 A11 B7 C1 C2 C3
Coñecer as bases das canles de comunicación óptica, en particular das fibras ópticas	A6 A11 B7 B13 C1 C2 C3

Coñecer as bases da propagación das ondas electromagnéticas no valeiro e en medios homoxéneos	A6 A11 B7 B13 C1 C2 C3
Coñecer ás técnicas de xeneración de fotóns individuais e a súa detección	A6 A11 B7 B11 B13 C1 C2 C3
Coñecer os métodos de codificación cuántica da información e as súas aplicacións para as comunicacións criptográficas	A6 A11 B7 B11 B13 C1 C2 C3

## Contidos

Tema	
1. Fontes ópticas	Teoría da radiación de Einstein. Teoría cuántica da radiación. Vida media dos estados excitados. Absorción e emisión estimulada. Frecuencia de Rabi e oscilacións coherentes de poboación. Ancho de liña e mecanismos de ensanchamento. Ecuacións de tasa en sistemas láser. Coeficiente de ganancia. Saturación de ganancia homoxénea e inhomoxénea. Cavidades láser e modos. Umbral de laseo e amplificación modal. Introducción ós láseres de diodo.
2. Canles de transmisión	Canles de información. Formatos de codificación. Propagación de OE en medios dieléctricos e homoxéneos. Feixes gaussianos. Fibras ópticas. Modos de propagación. Dispersión en fibras ópticas. Atenuación en fibras ópticas.
3. Xeneración e detección de fotóns individuais	Características e métodos de caracterización das fontes de fotóns. Visión xeral das fontes de un único fotón: conversión paramétrica descendente, mestura de catro ondas, puntos cuánticos. Pulsos coherentes débiles vs fotóns simples. Detectores de un só fotón: tubos fotomultiplicadores, detectores baseados en semicondutores, detectores baseados en supercondutores. Detección óptica coherente.
4. Principais plataformas experimentais de QKD.	Variable discreta QKD (polarización, codificación de fase e tempo). QKD variable continua (modulación gaussiana, modulación en cuadratura-amplitude). QKD baseado en fibra vs QKD de espazo libre. Dispositivo de medida QKD independente e QKD Twin Field. QKD independente do dispositivo

## Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	15	0	15
Resolución de problemas	10	50	60

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

## Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	O profesor expón os contidos da materia utilizando métodos de proxección do material gráfico de apoio e atendendo ás cuestións formuladas polo alumnado durante a exposición
Resolución de problemas	O profesor propón durante a lección maxistral diferentes problemas sobre os contidos da asignatura. O alumnado debe traballalos pola súa conta co apoio tutorial do profesorado

## Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
--------------	------------

Lección maxistral	O profesor responde as cuestións que emerxan e plantexen os estudantes durante a exposición da lección maxistral.
Resolución de problemas	O profesor atende tutorialmente as cuestións e dúbidas que lle xurdan ó estudiantado durante a resolución dos problemas, atendendo presencialmente, por email ou videoconferencia ós estudantes que o requiran.

<b>Avaliación</b>						
	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Lección maxistral	Proporanse cuestións ou exercicios sinxelos sobre a materia para entregar nun prazo fixado.	30	A6 A11	B7 B11 B13	C1 C2 C3	
Resolución de problemas	Pedirase ós estudantes que entreguen nun prazo fixado algúns dos problemas propostos ó longo do periodo lectivo. A cualificación total do 70% repartirase entre o número de problemas solicitados, que non serán menos de dous para non sobrepasar o 35% de peso cada un deles.	70				

### **Outros comentarios sobre a Avaliación**

O/a estudante ten o dereito a optar pola avaliación global según o procedemento e o prazo que estableza o entro para cada convocatoria. Nese caso os/as estudantes farán un exame que conterá problemas, exercicios, cuestións e problemas relacionados con tódalas partes da materia.

O alumno que non entregue ningún dos problemas propostos recibirá a cualificación de "non presentado".

Avaliación de segunda oportunidade e de fin de carreira: Farase do mesmo xeito que a de primeira oportunidade: deberán entregar os exercicios e os problemas antes da data do exame oficial das devanditas convocatorias.

### **Bibliografía. Fontes de información**

#### **Bibliografía Básica**

Sibley, M., **Optical communications components and systems**, 3ª, Cham Springer, 2020

Svelto, O., **Principles of lasers**, 5ª, ilustrada, Springer Science & Business Media, 2010

Migdall, A. Polyakov, S. V., Fan, J., Bienfang, J. C., **Single photon generation and detection**, Academic Press, 2013

#### **Bibliografía Complementaria**

Martín Pereda, J. A., **Sistemas y redes ópticas de comunicaciones**, Pearson Prentice Hall, 2004

Capmany, J., **Fundamentos de comunicaciones ópticas**, Síntesis, 1998

Cerullo, G., Longhi, S., Nisoli, M., Stagira, S., Svelto, O., **Problems in Laser Physics**, Springer Science & Business Media, 2012, 2012

Wolf, R., **Quantum Key Distribution**, Springer Science & Business Media, 2012, 2021

Feihu Xu et al., **Secure quantum key distribution with realistic devices**, Rev. Mod. Phys. 92, 025002 □ Published 26 May, 2020

Stefano Pirandola et al., **Advances in Quantum Cryptography**, Adv. Opt. Photon. 12, 1012-1236, 2020

Eleni Diamanti et al., **Practical challenges in quantum key distribution**, Quantum Information 2, 16025, 2016

### **Recomendacións**

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Comunicacións cuánticas avanzadas**

Materia	Comunicacións cuánticas avanzadas			
Código	V05M198V01111			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OP	1	1c
Lingua de impartición	Castelán Galego Inglés			
Departamento	En constitución Teoría do sinal e comunicacións			
Coordinador/a	Curty Alonso, Marcos			
Profesorado	Currás Lorenzo, Guillermo José Curty Alonso, Marcos			
Correo-e	mcurty@com.uvigo.es			
Web	<a href="http://moovi.uvigo.gal">http://moovi.uvigo.gal</a>			
Descrición xeral	Este curso describe e analiza a seguridade das canles de comunicación cuánticas e presenta técnicas para determinar a taxa de xeración de claves secretas nun sistema cuántico de distribución de claves.			

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código	
A11	Adquirir unha base sólida sobre a teoría cuántica da información na súa aplicación ás comunicacións cuánticas, así como sobre a tecnoloxía dos dispositivos fotónicos empregados nas comunicacións cuánticas, tanto terrestres como aéreas e vía satélite.
A12	Adquirir habilidades para o deseño e estimación de recursos que permitan o desenvolvemento de canles e redes de comunicación cuántica e de computación distribuída. Coñecer o estado de desenvolvemento e implantación actual das redes cuánticas, e os plans para a súa expansión.
B11	Coñecemento das comunicacións cuánticas, principios teóricos e implementacións experimentais, tanto terrestres como aéreas e vía satélite.
B12	Ter coñecementos sobre a criptografía cuántica, as súas bases teóricas, as implementacións existentes e os retos aos que se enfrontan.
C1	Analizar e desglosar un concepto complexo, examinar cada parte e observar como encaixan
C2	Clasificar e identificar tipos ou grupos, mostrando como cada categoría é diferente das demais
C3	Comparar e contrastar e sinalar semellanzas e diferenzas entre dous ou máis temas ou conceptos

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Coñecementos xerais de hackeo cuántico, e sobre a seguridade práctica dos sistemas experimentais.	A11 A12 B11 B12 C1 C2 C3
Coñecemento das redes de distribución cuántica de claves e capacidade para comprender e avaliar o seu rendemento.	A11 A12 B11 B12 C1 C2 C3

Coñecemento de dispositivos cuánticos para xerar números aleatorios e capacidade para comprender e avaliar o seu rendemento.	A11 A12 B11 B12 C1 C2 C3
--	--

## Contidos

Tema	
1. Seguridade da distribución cuántica de clave.	1.1. Escalamento da taxa clave. 1.2. Proba de seguridade baseada na entropía. 1.3. Outras probas de seguridade: Shor-Preskill e baseadas na complementariedade.
2. Hackeo cuántico.	2.1. Ataques pasivos e ataques activos. 2.2. Hackear os transmisores. Ataques usando cabalos de Troia. 2.3. Hackear os receptores. Ataques a detectores. 2.4. Seguridade das implementacións experimentais.
3. Distribución cuántica de clave independente dos dispositivos.	3.1. Principio de funcionamento. Desigualdades de Bell. 3.2. Seguridade e beneficios. 3.3. Plataformas experimentais.
4. Redes de distribución cuántica de clave.	4.1. Arquitecturas de rede. Redes baseadas en nodos fiables e redes vía satélite. 4.2. Compatibilidade con redes de comunicación óptica. 4.3. Normalización e certificación.
5. Xeradores cuánticos de números aleatorios.	5.1. Principio de funcionamento. 5.2. Estimación da entropía cuántica. 5.3. Plataformas experimentais e comerciais.

## Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	18	25	43
Resolución de problemas	4	0	4
Resolución de problemas e/ou exercicios	0	7	7
Traballo	1	10	11
Exame de preguntas de desenvolvemento	2	8	10

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

## Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Exposición por parte do profesor dos contidos da materia obxecto de estudo.
Resolución de problemas	Resolución de problemas na clase maxistral. Resolución de problemas de forma autónoma por parte do alumnado.

## Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	O alumnado poderá asistir a titorías personalizadas no despacho do profesorado ou a través de medios telemáticos.
Resolución de problemas	O alumnado poderá asistir a titorías personalizadas no despacho do profesorado ou a través de medios telemáticos.
Probas	Descrición
Traballo	O alumnado poderá asistir a titorías personalizadas no despacho do profesorado ou a través de medios telemáticos.

## Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Resolución de problemas e/ou exercicios	Resolución de problemas e/ou exercicios.	30	A11 A12	B11 B12	C1 C2 C3

Traballo	Realización de traballos en grupo guiados polo profesor.	30	A11 A12	B11 B12	C1 C2 C3
Exame de preguntas de desenvolvemento	Exame final no que se avalían todos os contidos da materia.	40	A11 A12	B11 B12	C1 C2 C3

### Outros comentarios sobre a Avaliación

Haberá dúas modalidades de avaliación na convocatoria ordinaria: avaliación continua e avaliación global. A avaliación continua consiste na entrega dun boletín de exercicios resoltos individualmente por cada alumno (30%), dun traballo realizado en grupo e guiado polo profesor (30%), e un exame escrito ao final do curso (40%). A avaliación global consistirá nun único exame escrito ao final do curso. Considerarase que un alumno optou á avaliación global se non presenta o boletín de exercicios. A avaliación continua impide unha cualificación final de non presentado.

### Bibliografía. Fontes de información

#### Bibliografía Básica

#### Bibliografía Complementaria

V. Scarani et al, **The security of practical quantum key distribution**, Rev. Mod. Phys. 81, 1301, American Physical Society, 2009

H.-K. Lo, M. Curty, and K. Tamaki, **Secure quantum key distribution**, Nat. Photonics 8, 595, Springer Nature, 2014

F. Xu, X. Ma, Q. Zhang, H.-K. Lo, J.-W. Pan, **Secure quantum key distribution with realistic devices**, Rev. Mod. Phys. 92, 025002, American Physical Society, 2020

M. Razavi, **An Introduction to Quantum Communication Networks**, IOP Concise Physics, 2018

M. Tomamichel, **Quantum Information Processing with Finite Resources**, Springer, 2016

### Recomendacións

#### Materias que se recomenda ter cursado previamente

Fundamentos de comunicacións cuánticas/V05M198V01105

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Óptica cuántica**

Materia	Óptica cuántica			
Código	V05M198V01112			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OP	1	1c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web	<a href="http://www.usc.gal/gl/estudos/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/2026">http://www.usc.gal/gl/estudos/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/2026</a> 2027/optica-cuantica-19345-18438-3-103743			
Descrición xeral				

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código	
A6	Coñecer e comprender a natureza das plataformas físicas para o procesamento da información cuántica en sistemas fotónicos: óptica cuántica, sistemas ópticos integrados, sistemas optoatómicos, sistemas de detección e medida, fotónica de semicondutores.
B7	Coñecer a óptica cuántica e o papel e as propiedades da luz e a súa manipulación no procesamento e comunicacións da información cuántica.
C1	Analizar e desglosar un concepto complexo, examinar cada parte e observar como encaixan
C2	Clasificar e identificar tipos ou grupos, mostrando como cada categoría é diferente das demais
C3	Comparar e contrastar e sinalar semellanzas e diferenzas entre dous ou máis temas ou conceptos

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
	A14
	A14
	A6
	B18
	B18
	B7
	C1
	C2
	C3
	C18
	C18
	C18
	C18
	C18
	D18
	D18
	D18
	D18
	D18

**Contidos**

Tema
------

**Planificación**

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
--	---------------	--------------------	--------------

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

**Metodoloxía docente**

Descrición
------------

---

**Atención personalizada**

---

---

**Avaliación**

---

Descripción

Cualificación

Resultados de Formación e Aprendizaxe

---

---

**Outros comentarios sobre a Avaliación**

---

---

**Bibliografía. Fontes de información**

---

**Bibliografía Básica**

---

**Bibliografía Complementaria**

---

---

**Recomendacións**

---

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Sistemas físicos para a información cuántica**

Materia	Sistemas físicos para a información cuántica			
Código	V05M198V01113			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Signale	Curso	Cuadrimestre
	3	OP	1	1c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web	<a href="http://www.usc.gal/gl/estudios/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20262027/sistemas-fisicos-informacion-cuantica-19345-18438-3-103744">http://www.usc.gal/gl/estudios/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20262027/sistemas-fisicos-informacion-cuantica-19345-18438-3-103744</a>			
Descrición xeral				

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

**Contidos**

Tema

**Planificación**

Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
---------------	--------------------	--------------

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

**Metodoloxía docente**

Descrición

**Atención personalizada****Avaliación**

Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
------------	---------------	---------------------------------------

**Outros comentarios sobre a Avaliación****Bibliografía. Fontes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendacións**

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Mecánica cuántica avanzada**

Materia	Mecánica cuántica avanzada			
Código	V05M198V01119			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OP	1	1c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web	<a href="http://www.usc.gal/gl/estudos/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20262027/mecanica-cuantica-avanzada-19346-18439-3-103753">http://www.usc.gal/gl/estudos/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20262027/mecanica-cuantica-avanzada-19346-18439-3-103753</a>			
Descrición xeral				

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

**Contidos**

Tema

**Planificación**

Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
---------------	--------------------	--------------

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

**Metodoloxía docente**

Descrición

**Atención personalizada****Avaliación**

Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
------------	---------------	---------------------------------------

**Outros comentarios sobre a Avaliación****Bibliografía. Fontes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendacións**

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Arquitecturas da computación cuántica**

Materia	Arquitecturas da computación cuántica			
Código	V05M198V01120			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OP	1	1c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web	<a href="http://guiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=614&amp;ensenyament=614551&amp;assignatura=614551022&amp;any_academic=2026_27&amp;any_academic=2026_27">http://guiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=614&amp;ensenyament=614551&amp;assignatura=614551022&amp;any_academic=2026_27&amp;any_academic=2026_27</a>			
Descrición xeral				

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

**Contidos**

Tema

**Planificación**

Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
---------------	--------------------	--------------

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

**Metodoloxía docente**

Descrición

**Atención personalizada****Avaliación**

Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
------------	---------------	---------------------------------------

**Outros comentarios sobre a Avaliación****Bibliografía. Fontes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendacións**

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Técnicas experimentais para a información cuántica**

Materia	Técnicas experimentais para a información cuántica			
Código	V05M198V01121			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OP	1	1c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web	<a href="http://https://www.usc.gal/gl/estudos/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20262027/tecnicas-experimentais-informacion-cuantica-19346-18439-3-103734">http://https://www.usc.gal/gl/estudos/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20262027/tecnicas-experimentais-informacion-cuantica-19346-18439-3-103734</a>			
Descrición xeral				

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

**Contidos**

Tema

**Planificación**

Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
---------------	--------------------	--------------

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

**Metodoloxía docente**

Descrición

**Atención personalizada****Avaliación**

Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
------------	---------------	---------------------------------------

**Outros comentarios sobre a Avaliación****Bibliografía. Fontes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendacións**

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Computación cuántica e computacións de altas prestacións**

Materia	Computación cuántica e computacións de altas prestacións			
Código	V05M198V01201			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OP	1	2c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web	<a href="http://guiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=614&amp;ensenyament=614551&amp;assignatura=614551009&amp;any_academic=2026_27&amp;any_academic=2026_27">http://guiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=614&amp;ensenyament=614551&amp;assignatura=614551009&amp;any_academic=2026_27&amp;any_academic=2026_27</a>			
Descrición xeral				

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

**Contidos**

Tema

**Planificación**

Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
---------------	--------------------	--------------

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

**Metodoloxía docente**

Descrición

**Atención personalizada****Avaliación**

Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
------------	---------------	---------------------------------------

**Outros comentarios sobre a Avaliación****Bibliografía. Fontes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendacións**

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Aplicacións prácticas da computación cuántica**

Materia	Aplicacións prácticas da computación cuántica			
Código	V05M198V01202			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OP	1	2c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web	<a href="http://guiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=614&amp;ensenyament=614551&amp;assignatura=614551010&amp;any_academic=2026_27&amp;any_academic=2026_27">http://guiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=614&amp;ensenyament=614551&amp;assignatura=614551010&amp;any_academic=2026_27&amp;any_academic=2026_27</a>			
Descrición xeral				

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

**Contidos**

Tema

**Planificación**

Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
---------------	--------------------	--------------

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

**Metodoloxía docente**

Descrición

**Atención personalizada****Avaliación**

Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
------------	---------------	---------------------------------------

**Outros comentarios sobre a Avaliación****Bibliografía. Fontes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendacións**

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Códigos de corrección de erros**

Materia	Códigos de corrección de erros			
Código	V05M198V01203			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OP	1	2c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web	<a href="http://quantummastergalicia.es">http://quantummastergalicia.es</a>			
Descrición xeral	Teoría básica y aplicaciones en computación y comunicaciones de los códigos de control de errores cuánticos			

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código	
A13	Coñecer as estratexias de criptografía cuántica e a súa viabilidade e solvencia no contexto da internet cuántica, a cadea de bloques cuántica e as comunicacións secretas, adquirindo unha visión panorámica dos actores que serán esenciais no seu despregamento.
B13	Ter coñecementos sobre as limitacións físicas e técnicas das implantacións de sistemas de tratamento da información cuántica: ruído, decoherencia, etc., así como as estratexias de mitigación ou corrección que se propoñan.
C1	Analizar e desglosar un concepto complexo, examinar cada parte e observar como encaixan
C2	Clasificar e identificar tipos ou grupos, mostrando como cada categoría é diferente das demais
C3	Comparar e contrastar e sinalar semellanzas e diferenzas entre dous ou máis temas ou conceptos

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Capacidade para comprender a construción, análise e aplicacións de códigos de control de erros cuánticos en sistemas de comunicación e ordenadores cuánticos. Coñecemento dos principais códigos específicos.	A13 B13 C1 C2 C3

**Contidos**

Tema	
1. Erros cuánticos	Modelos de erros cuánticos. fontes de erro Decoherencia e ruído en sistemas cuánticos abertos Tipos de erros e modelos de canles de erros Dixitalización do ruído cuántico. operadores de erro
2. Fundamentos da corrección de erros cuánticos	- Da clásica á corrección de erros cuánticos - O código de corrección de erros de tres qubits - O código Shor de nove qubits - Condicións de corrección de erros cuánticos - O límite cuántico de Hamming
3. Construción de códigos cuánticos	- Códigos lineais clásicos - Códigos Calderbank-Shor-Steane (CSS).
4. Códigos estabilizadores	- O formalismo estabilizador - Medición no formalismo do estabilizador - Construcións de códigos estabilizadores - Circuitos de codificación, decodificación e corrección cuánticas

5. Códigos estabilizadores tipológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O complexo de cadeas Z2</li> <li>- Códigos de superficie nun toro: os códigos tóricos</li> <li>- Códigos planos de superficie</li> <li>- Corrección cuántica de erros topolóxica</li> </ul>
6. Computación cuántica tolerante a fallos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tolerancia a fallos en computación cuántica</li> <li>- Corrección de erros con tolerancia a fallos</li> <li>- Operacións codificadas con tolerancia a fallos</li> </ul>

### Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	18	23	41
Resolución de problemas	5	15	20
Resolución de problemas e/ou exercicios	0	12	12
Presentación	2	0	2

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

### Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Presentaranse os principais elementos dos códigos de erro cuántico, as súas aplicacións e limitacións.
Resolución de problemas	Resolveranse problemas típicos de deseño e análise de códigos de erro cuántico, para aprender a utilizar os métodos vistos nas clases expositivas.

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Ofrecerase soporte durante as horas de titoría e por correo electrónico. Para obter información de contacto, ver <a href="https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/manuel-fernandez-veiga">https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/manuel-fernandez-veiga</a>
Resolución de problemas	Ofrecerase soporte durante as horas de titoría e por correo electrónico. Para obter información de contacto, ver <a href="https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/manuel-fernandez-veiga">https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/manuel-fernandez-veiga</a>
Probas	Descrición
Resolución de problemas e/ou exercicios	Ofrecerase soporte durante as horas de titoría e por correo electrónico. Para obter información de contacto, ver <a href="https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/manuel-fernandez-veiga">https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/manuel-fernandez-veiga</a>

### Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Resolución de problemas e/ou exercicios	Dous conjuntos de exercicios a resolver individualmente, entrega por escrito. 30% da cualificación cada un.	60	A13	B13	C1 C2 C3
Presentación	Presentación dun traballo por parte dos alumnos/as	40	A13	B13	C1 C2 C3

### Outros comentarios sobre a Avaliación

### Bibliografía. Fontes de información

#### Bibliografía Básica

M. A. Nielsen, I. L. Chuang, **Quantum Computation and Quantum Information**, Cambridge University Press, 2010

#### Bibliografía Complementaria

Giuliano Gadioli La Guardia, **Quantum Error Correction Symmetric, Asymmetric, Synchronizable, and Convolutional Codes**, Springer, 2020

Frank Gaitan, **Quantum Error Correction and Fault Tolerant Quantum Computing**, Routledge - Taylor & Francis, 2013

D. A. Lidar, T. A. Brun, **Quantum Error Correction**, Cambridge University Press, 2013

### Recomendacións

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Redes de comunicacións cuánticas**

Materia	Redes de comunicacións cuánticas			
Código	V05M198V01204			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OP	1	2c
Lingua de impartición	Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Vilas, Ana			
Profesorado	Fernández Vilas, Ana González Castaño, Francisco Javier			
Correo-e	avilas@uvigo.es			
Web	<a href="http://quantummastergalicia.es">http://quantummastergalicia.es</a>			
Descrición xeral	Descríbense as bases conceptuais e os principais elementos das redes de comunicación cuántica, así como a súa arquitectura. Ademais, esta visión utilízase para revisar un conxunto de posibles aplicacións.			

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código	
A11	Adquirir unha base sólida sobre a teoría cuántica da información na súa aplicación ás comunicacións cuánticas, así como sobre a tecnoloxía dos dispositivos fotónicos empregados nas comunicacións cuánticas, tanto terrestres como aéreas e vía satélite.
A12	Adquirir habilidades para o deseño e estimación de recursos que permitan o desenvolvemento de canles e redes de comunicación cuántica e de computación distribuída. Coñecer o estado de desenvolvemento e implantación actual das redes cuánticas, e os plans para a súa expansión.
B11	Coñecemento das comunicacións cuánticas, principios teóricos e implementacións experimentais, tanto terrestres como aéreas e vía satélite.
B12	Ter coñecementos sobre a criptografía cuántica, as súas bases teóricas, as implementacións existentes e os retos aos que se enfrontan.
B13	Ter coñecementos sobre as limitacións físicas e técnicas das implantacións de sistemas de tratamento da información cuántica: ruído, decoherencia, etc., así como as estratexias de mitigación ou corrección que se propoñan.
C1	Analizar e desglosar un concepto complexo, examinar cada parte e observar como encaixan
C2	Clasificar e identificar tipos ou grupos, mostrando como cada categoría é diferente das demais
C3	Comparar e contrastar e sinalar semellanzas e diferenzas entre dous ou máis temas ou conceptos

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
	A14
	A14
	A11
	A12
	B18
	B18
	B11
	B12
	B13
	C1
	C2
	C3

**Contidos**

Tema	
Introducción	Que é a QI? Intercambio e destilación de entrelazamento Distribución de entrelazamentos

Elementos IQ	Memorias cuánticas Repetidores cuánticos Par de Bell Repetidores baseados en memoria Repetidores de fotón único Rutas de entrelazamento
Arquitectura da Internet cuántica	Arquitecturas. Iniciativas de normalización. Redes con repetidores confiables. Redes sen repetidores confiables. Estados cuánticos como recurso. Capacidade dos canles cuánticos e da QI.
Aplicacións	Computación Cuántica Distribuida Interconexión de QPUs Redes Neurais e QNNs Redes QKD

### Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	13	30	43
Estudo de casos	4	10	14
Metodoloxías baseadas en investigación	4	10	14
Exame de preguntas de desenvolvemento	2	0	2
Traballo	1	0	1
Estudo de casos	1	0	1

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

### Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Lección maxistral
Estudo de casos	Estudo de casos
Metodoloxías baseadas en investigación	Metodoloxías baseadas en investigación

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Proporcionaranse titorías personalizadas ao alumnado que o desexen, sobre calquera dos aspectos teóricos da materia, segundo a modalidade e horario de cada profesor. Ana Fernández Vilas [ <a href="https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/ana-fernandez-vilas">https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/ana-fernandez-vilas</a> ]
Estudo de casos	Proporcionaranse titorías personalizadas ao alumnado que o desexen, sobre calquera dos casos prácticos propostos, segundo a modalidade e horario de cada profesor. Ana Fernández Vilas [ <a href="https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/ana-fernandez-vilas">https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/ana-fernandez-vilas</a> ]
Metodoloxías baseadas en investigación	Proporcionaranse titorías personalizadas ao alumnado que o desexen, sobre calquera dos temas de investigación propostos, segundo a modalidade e horario de cada profesor. Ana Fernández Vilas [ <a href="https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/ana-fernandez-vilas">https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/ana-fernandez-vilas</a> ]

### Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Exame de preguntas de desenvolvemento	Exame de preguntas de desenvolvemento	40	A11 A12	B11 B12 B13	C1 C2 C3
Traballo	Traballo	30	A11 A12	B11 B12 B13	C1 C2 C3
Estudo de casos	Estudo de casos	30	A11 A12	B11 B12 B13	C1 C2 C3

### Outros comentarios sobre a Avaliación

Haberá dúas modalidades de avaliación na convocatoria ordinaria: avaliación continua e avaliación global. A avaliación continua consiste na entrega dun traballo de investigación e dun caso práctico entre os propostos nos contidos. Cada un terá un peso do 30% na nota final, máis un exame escrito ao final do curso, cun peso do 40%.

A avaliación global consistirá nun único exame escrito ao final do curso.

Considerarase que un alumno optou pola avaliación global se non entrega a primeira das actividades propostas. A avaliación continua impide obter a cualificación final de non entregada.

---

---

### **Bibliografía. Fontes de información**

#### **Bibliografía Básica**

Rodney Van Meter, **Quantum Networking**, 1, Wiley, 2014

Riccardo Bassoli, Holger Boche et al, **Quantum Communication Networks. Foundations in Signal Processing, Communications and Networking**, 1, Springer, 2021

Peter P. Rohde, **The Quantum Internet: The Second Quantum Revolution**, 1, Cambridge University Press, 2021

Mohsen Razavi, . **An Introduction to Quantum Communications Networks Or, how shall we communicate in the quantum era?**, 1, Morgan & Claypool Publishers, 2018

Ivan Djordjevic, **Quantum Communication, Quantum Networks, and Quantum Sensing**, 1, Elsevier, 2022

Miralem Mehic , Stefan Rass , Peppino Fazio , Miroslav Voznak, **Quantum Key Distribution Networks: A Quality of Service Perspective**, 1, Springer, 2022

#### **Bibliografía Complementaria**

---

---

### **Recomendacións**

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Materiais cuánticos**

Materia	Materiais cuánticos			
Código	V05M198V01205			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OP	1	2c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web	<a href="http://www.usc.gal/gl/estudos/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20262027/materiais-cuanticos-19345-18438-3-103745">http://www.usc.gal/gl/estudos/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20262027/materiais-cuanticos-19345-18438-3-103745</a>			

Descrición xeral

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

**Contidos**

Tema

**Planificación**

Horas na aula      Horas fóra da aula      Horas totais

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

**Metodoloxía docente**

Descrición

**Atención personalizada****Avaliación**

Descrición      Cualificación      Resultados de Formación e Aprendizaxe

**Outros comentarios sobre a Avaliación****Bibliografía. Fontes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendacións**

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Sistemas abertos e termodinámica cuántica**

Materia	Sistemas abertos e termodinámica cuántica			
Código	V05M198V01206			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OP	1	2c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web	<a href="http://www.usc.gal/gl/estudios/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20262027/sistemas-abertos-termodinamica-cuantica-19345-18438-3-103746">http://www.usc.gal/gl/estudios/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20262027/sistemas-abertos-termodinamica-cuantica-19345-18438-3-103746</a>			
Descrición xeral				

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

**Contidos**

Tema

**Planificación**

Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
---------------	--------------------	--------------

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

**Metodoloxía docente**

Descrición

**Atención personalizada****Avaliación**

Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
------------	---------------	---------------------------------------

**Outros comentarios sobre a Avaliación****Bibliografía. Fontes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendacións**

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Metroloxía e sensores cuánticos**

Materia	Metroloxía e sensores cuánticos			
Código	V05M198V01207			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS 3	Sinale OP	Curso 1	Cuadrimestre 2c
Lingua de impartición	Castelán Galego			
Departamento	Física aplicada			
Coordinador/a	Paredes Galán, Ángel			
Profesorado	Paredes Galán, Ángel			
Correo-e	angel.paredes@uvigo.es			
Web	<a href="http://https://www.usc.gal/en/plan/19341/course/75/subject/19345-18438-3-103747">http://https://www.usc.gal/en/plan/19341/course/75/subject/19345-18438-3-103747</a>			
Descrición xeral				

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código	
A3	Comprensión e coñecemento dos fundamentos da Teoría da Información Cuántica, así como dos aspectos básicos dos catro tipos de tecnoloxías cuánticas: informática, comunicacións, metroloxía, simulación.
B5	Coñecer a teoría cuántica da información, as limitacións universais e as súas implicacións para a informática, as comunicacións e a metroloxía.
B7	Coñecer a óptica cuántica e o papel e as propiedades da luz e a súa manipulación no procesamento e comunicacións da información cuántica.
C1	Analizar e desglosar un concepto complexo, examinar cada parte e observar como encaixan
C2	Clasificar e identificar tipos ou grupos, mostrando como cada categoría é diferente das demais
C3	Comparar e contrastar e sinalar semellanzas e diferenzas entre dous ou máis temas ou conceptos

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
	A3
	B5
	B7
	C1
	C2
	C3

**Contidos**

Tema
------

**Planificación**

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
--	---------------	--------------------	--------------

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

**Metodoloxía docente**

Descrición
------------

**Atención personalizada****Avaliación**

Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
------------	---------------	---------------------------------------

---

**Outros comentarios sobre a Avaliación**

---

---

**Bibliografía. Fontes de información**

---

**Bibliografía Básica**

---

**Bibliografía Complementaria**

---

---

**Recomendacións**

---

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Métodos numéricos en computación cuántica**

Materia	Métodos numéricos en computación cuántica			
Código	V05M198V01208			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OP	1	2c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web	<a href="http://guiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=614&amp;ensenyament=614551&amp;assignatura=614551025&amp;any_academic=2026_27&amp;any_academic=2026_27">http://guiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=614&amp;ensenyament=614551&amp;assignatura=614551025&amp;any_academic=2026_27&amp;any_academic=2026_27</a>			
Descrición xeral				

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

**Contidos**

Tema

**Planificación**

Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
---------------	--------------------	--------------

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

**Metodoloxía docente**

Descrición

**Atención personalizada****Avaliación**

Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
------------	---------------	---------------------------------------

**Outros comentarios sobre a Avaliación****Bibliografía. Fontes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendacións**

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Introducción á simulación cuántica**

Materia	Introducción á simulación cuántica			
Código	V05M198V01209			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OP	1	2c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web	<a href="http://https://www.usc.gal/gl/estudios/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20262027/introduccion-simulacion-cuantica-19346-18439-3-103751">http://https://www.usc.gal/gl/estudios/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20262027/introduccion-simulacion-cuantica-19346-18439-3-103751</a>			

Descrición xeral

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

**Contidos**

Tema

**Planificación**

Horas na aula      Horas fóra da aula      Horas totais

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

**Metodoloxía docente**

Descrición

**Atención personalizada****Avaliación**

Descrición      Cualificación      Resultados de Formación e Aprendizaxe

**Outros comentarios sobre a Avaliación****Bibliografía. Fontes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendacións**

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Ciencia e tecnoloxía da superconductividade**

Materia	Ciencia e tecnoloxía da superconductividade			
Código	V05M198V01210			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OP	1	2c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				
Web	<a href="http://www.usc.gal/gl/estudios/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20252026/ciencia-tecnoloxia-superconducitividade-19346-18439-3-103748">http://www.usc.gal/gl/estudios/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20252026/ciencia-tecnoloxia-superconducitividade-19346-18439-3-103748</a>			
Descrición xeral				

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código	
A4	Coñecer e ser capaz de aplicar as teorías físicas inherentes á comprensión dos sistemas de procesamento da información cuántica, incluíndo a termodinámica cuántica, así como os aspectos avanzados do magnetismo e a mecánica cuántica.
A5	Coñecer e comprender a natureza das plataformas físicas para o procesamento da información cuántica en sistemas de estado sólido: sistemas superconductores, criociencia e materiais cuánticos, incluíndo o estudo dos estados topolóxicos.
B6	Adquirir coñecementos sobre sistemas físicos capaces de implementar o tratamento da información en graos de liberdade cuánticos.
B10	Coñecemento dos novos materiais cuánticos en estado sólido, as súas propiedades físicas e topolóxicas.
C1	Analizar e desglosar un concepto complexo, examinar cada parte e observar como encaixan
C2	Clasificar e identificar tipos ou grupos, mostrando como cada categoría é diferente das demais
C3	Comparar e contrastar e sinalar semellanzas e diferenzas entre dous ou máis temas ou conceptos

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
	A4
	A5
	B6
	B10
	C1
	C2
	C3
	C18
	C18
	C18
	D18
	D18
	D18
	D18
	D18
	D18
	D18
	D18

**Contidos**

Tema
------

**Planificación**

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
--	---------------	--------------------	--------------

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

**Metodoloxía docente**

Descripción

---

---

**Atención personalizada**

---

**Avaliación**

---

Descripción

Cualificación

Resultados de Formación e Aprendizaxe

---

**Outros comentarios sobre a Avaliación**

---

**Bibliografía. Fontes de información**

---

**Bibliografía Básica**

---

**Bibliografía Complementaria**

---

**Recomendacións**

---

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Fotónica de semiconductores**

Materia	Fotónica de semiconductores			
Código	V05M198V01211			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OP	1	2c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web	<a href="http://www.usc.gal/gl/estudos/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20262027/fotonica-semicondutores-19346-18439-3-103750">http://www.usc.gal/gl/estudos/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20262027/fotonica-semicondutores-19346-18439-3-103750</a>			
Descrición xeral				

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

**Contidos**

Tema

**Planificación**

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
--	---------------	--------------------	--------------

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

**Metodoloxía docente**

Descrición

**Atención personalizada****Avaliación**

Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
------------	---------------	---------------------------------------

**Outros comentarios sobre a Avaliación****Bibliografía. Fontes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendacións**

## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Sistemas cuánticos basados en reglas

Materia	Sistemas cuánticos basados en reglas			
Código	V05M198V01212			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OP	1	2c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web	<a href="http://guiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=614&amp;ensenyament=614551&amp;assignatura=614551029&amp;any_academic=2026_27&amp;any_academic=2026_27">http://guiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=614&amp;ensenyament=614551&amp;assignatura=614551029&amp;any_academic=2026_27&amp;any_academic=2026_27</a>			
Descrición xeral				

## Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código

### Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

### Contidos

Tema

### Planificación

Horas na aula      Horas fóra da aula      Horas totais

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

### Metodoloxía docente

Descrición

### Atención personalizada

### Avaliación

Descrición      Cualificación      Resultados de Formación e Aprendizaxe

### Outros comentarios sobre a Avaliación

### Bibliografía. Fontes de información

#### Bibliografía Básica

#### Bibliografía Complementaria

### Recomendacións

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Laboratorio de comunicaciones cuánticas**

Materia	Laboratorio de comunicaciones cuánticas			
Código	V05M198V01213			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OP	1	2c
Lingua de impartición	Castelán Inglés			
Departamento	Teoría do sinal e comunicacións			
Coordinador/a	Curty Alonso, Marcos			
Profesorado	Curty Alonso, Marcos			
Correo-e	mcurty@com.uvigo.es			
Web				
Descrición xeral	Este curso proporciona formación práctica en experimentos de óptica cuántica relevantes para as comunicacións cuánticas, centrándose en conceptos coma superposición, interferencia e o papel da medida.			

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código	
A2	Coñecer e adquirir competencia en técnicas experimentais para o tratamento da información cuántica: interaccións, medidas, oscilacións, interferencias, sistemas de comunicación,...
A6	Coñecer e comprender a natureza das plataformas físicas para o procesamento da información cuántica en sistemas fotónicos: óptica cuántica, sistemas ópticos integrados, sistemas optoatómicos, sistemas de detección e medida, fotónica de semicondutores.
B1	Coñecer os fundamentos teóricos da mecánica cuántica, o formalismo matemático, os axiomas e os sistemas máis sinxelos.
B2	Adquirir coñecementos sobre sistemas cuánticos con moitos graos de liberdade como medio de almacenamento e procesamento da información.
C1	Analizar e desglosar un concepto complexo, examinar cada parte e observar como encaixan
C2	Clasificar e identificar tipos ou grupos, mostrando como cada categoría é diferente das demais
C3	Comparar e contrastar e sinalar semellanzas e diferenzas entre dous ou máis temas ou conceptos

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Comprensión dos conceptos clave da mecánica cuántica relevantes para a comunicación cuántica, incluíndo a superposición, a interferencia e o papel da medida.	A2 A6 B1 B2 C1 C2 C3
Capacidade para simular e analizar o rendemento dos protocolos de distribución cuántica de claves empregando MATLAB, incluíndo o cálculo das taxas de clave secreta.	A6 B1 B2 C1 C2 C3

**Contidos**

Tema	
1. Experimento do Borrador Cuántico	1.1. Descrición 1.2. Montaxe 1.3. Experimento

2. Experimento do Detector de Bombas	2.1. Descrición 2.2. Montaxe 2.3. Experimentos de cal-camiño e os límites da física clásica 2.4. Experimento
3. Experimento de Distribución Cuántica de Claves	3.1. Fundamentos da criptografía cuántica 3.2. Descrición 3.3. Montaxe 3.4. Experimento: xeración de claves 3.5. Experimento: xeración de claves con espionaxe
4. Sesión de MATLAB	4.1. Descrición 4.2. Introducción a MATLAB 4.3. Simulación da taxa de clave secreta no protocolo BB84

### Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	4	0	4
Prácticas de laboratorio	24	38	62
Exame de preguntas de desenvolvemento	1	8	9

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

### Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Presentación por parte do profesor dos contidos teóricos da materia e das normas de seguridade láser relevantes para as sesións de laboratorio.
Prácticas de laboratorio	Supervisión e orientación do estudantado durante as sesións experimentais. Apoio na realización dos experimentos, resolución de dúbidas e instrución en técnicas de laboratorio.

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	O estudantado poderá asistir a sesións de tutoría personalizadas no despacho do profesor ou por medios telemáticos para aclarar conceptos teóricos e comentar os procedementos de seguridade láser.
Prácticas de laboratorio	O estudantado poderá solicitar apoio personalizado durante as sesións de laboratorio para revisar os montaxes experimentais, analizar resultados ou resolver dúbidas relacionadas coas técnicas de laboratorio.
Probas	Descrición
Exame de preguntas de desenvolvemento	O estudantado poderá asistir a sesións de tutoría personalizadas no despacho do profesor ou por medios telemáticos para repasar conceptos e prepararse para a proba.

### Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Prácticas de laboratorio	Resolución de exercicios prácticos antes e durante as sesións de laboratorio, avaliando a comprensión do estudantado e a súa capacidade para levar a cabo os procedementos experimentais de maneira efectiva.	80	A2 A6	B1 B2	C1 C2 C3
Exame de preguntas de desenvolvemento	Proba escrita para avaliar os coñecementos adquiridos tanto nas clases teóricas como nas sesións de laboratorio.	20	A2 A6	B1 B2	C1 C2 C3

### Outros comentarios sobre a Avaliación

Este curso avalíase unicamente mediante avaliación continua. A cualificación final basearase exclusivamente na realización dos exercicios previos ao laboratorio, o desempeño durante as sesións de laboratorio e os resultados dunha proba final.

### Bibliografía. Fontes de información

#### Bibliografía Básica

#### Bibliografía Complementaria

Charles H Bennett, Gilles Brassard, **Quantum Cryptography: Public Key Distribution and Coin Tossing**, 1984

A. Elitzur, L. Vaidman, **Quantum mechanical interaction-free measurements**, 10.1007/BF01883991, Springer (Foundations of Physics), 1993

---

T. Hellmuth, H. Walther, A. Zajonc, W. Schleich, **Delayed-choice experiments in quantum interference**, 10.1103/PhysRevA.35.2532, American Physical Society, 1987

---

P. Kwiat, H. Weinfurter, T. Herzog, A. Zeilinger, M. Kasevich, **Experimental realization of interaction-free measurements**, 10.1111/j.1749-6632.1995.tb38997.x, Annals of the New York Academy of Sciences, 1995

---

S. P. Walborn, M. O. Terra Cunha, S. Pádua, C. H. Monken, **Double-slit quantum eraser**, 10.1103/PhysRevA.65.033818, American Physical Society, 2002

---

---

## **Recomendacións**

---

### **Materias que se recomenda ter cursado previamente**

---

Fundamentos de comunicacións cuánticas/V05M198V01105

---

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Prácticas externas I**

Materia	Prácticas externas I			
Código	V05M198V01214			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OB	1	2c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web	<a href="http://www.usc.gal/gl/estudos/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20262027/practicas-externas-19347-18440-2-103737">http://www.usc.gal/gl/estudos/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20262027/practicas-externas-19347-18440-2-103737</a>			

Descrición xeral

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia

Resultados de Formación e Aprendizaxe

**Contidos**

Tema

**Planificación**

Horas na aula

Horas fóra da aula

Horas totais

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

**Metodoloxía docente**

Descrición

**Atención personalizada****Avaliación**

Descrición

Cualificación

Resultados de Formación e Aprendizaxe

**Outros comentarios sobre a Avaliación****Bibliografía. Fontes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendacións**

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Prácticas externas II**

Materia	Prácticas externas II			
Código	V05M198V01215			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OP	1	2c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web	<a href="http://www.usc.gal/gl/estudos/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20262027/practicas-externas-ii-19346-18439-3-103738">http://www.usc.gal/gl/estudos/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20262027/practicas-externas-ii-19346-18439-3-103738</a>			
Descrición xeral				

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

**Contidos**

Tema

**Planificación**

Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
---------------	--------------------	--------------

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

**Metodoloxía docente**

Descrición

**Atención personalizada****Avaliación**

Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
------------	---------------	---------------------------------------

**Outros comentarios sobre a Avaliación****Bibliografía. Fontes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendacións**

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Comunicacións cuánticas vía satélite**

Materia	Comunicacións cuánticas vía satélite			
Código	V05M198V01216			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OP	1	2c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly			
Departamento	En constitución Teoría do sinal e comunicacións			
Coordinador/a	Mosquera Nartallo, Carlos			
Profesorado	Aguado Agelet, Fernando Antonio Currás Lorenzo, Guillermo José Mosquera Nartallo, Carlos			
Correo-e	mosquera@gts.uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			
Descrición xeral	Esta asignatura aborda o marco tecnolóxico das comunicacións cuánticas que operan sobre enlaces satelitais, con especial énfase na canle óptica e tódolos subsistemas implicados.			

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código	
A11	Adquirir unha base sólida sobre a teoría cuántica da información na súa aplicación ás comunicacións cuánticas, así como sobre a tecnoloxía dos dispositivos fotónicos empregados nas comunicacións cuánticas, tanto terrestres como aéreas e vía satélite.
A12	Adquirir habilidades para o deseño e estimación de recursos que permitan o desenvolvemento de canles e redes de comunicación cuántica e de computación distribuída. Coñecer o estado de desenvolvemento e implantación actual das redes cuánticas, e os plans para a súa expansión.
A13	Coñecer as estratexias de criptografía cuántica e a súa viabilidade e solvencia no contexto da internet cuántica, a cadea de bloques cuántica e as comunicacións secretas, adquirindo unha visión panorámica dos actores que serán esenciais no seu despregamento.
B11	Coñecemento das comunicacións cuánticas, principios teóricos e implementacións experimentais, tanto terrestres como aéreas e vía satélite.
B12	Ter coñecementos sobre a criptografía cuántica, as súas bases teóricas, as implementacións existentes e os retos aos que se enfrontan.
C1	Analizar e desglosar un concepto complexo, examinar cada parte e observar como encaixan
C2	Clasificar e identificar tipos ou grupos, mostrando como cada categoría é diferente das demais
C3	Comparar e contrastar e sinalar semellanzas e diferenzas entre dous ou máis temas ou conceptos

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Comprender o impacto dos enlaces ópticos por satélite no deseño dun sistema de comunicacións cuánticas espaciales.	A11 A12 B11 B12 C1 C2
Adquirir unha visión global das solucións actuais para a comunicación cuántica vía satélite	A13 B11 C3

**Contidos**

Tema	
1.Introdución ás comunicacións cuánticas vía satélite	1.1 Introducción á arquitectura dun sistema espacial 1.2 Órbitas 1.3 Enxeñaría de sistemas e estándares espaciais

2. Arquitectura de sistemas espaciais para comunicacións cuánticas	2.1 Principais arquitecturas para comunicacións cuánticas 2.2 Integración coa rede cuántica terrea
3. Comunicacións ópticas en enlaces satelitais	3.1 Principios de transmisión de sinais 3.2 Caracterización da canle atmosférica 3.3 Cálculo de balances de enlace 3.4 Límites cuánticos das comunicacións ópticas
4. Subsistemas de comunicacións cuánticas por satélite	4.1 Transmisores e receptores ópticos 4.2 Elementos ópticos 4.3 Telescopios 4.4 Óptica adaptativa 4.5 Sistemas de apuntamento, adquisición e seguemento
5. Exemplos de sistemas QKD	5.1 Principais plataformas experimentais para QKD vía satélite 5.2 Casos de uso

### Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	16	32	48
Resolución de problemas	4	8	12
Prácticas con apoio das TIC	5	8	13

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

### Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Presentaranse os elementos principais dun sistema de comunicacións por satélite, co foco naqueles elementos da arquitectura, canle e subsistemas que son específicos da comunicación óptica e cuántica.
Resolución de problemas	Proporanse problemas que suporán o uso de software matemático e/ou a procura de información para profundar en aspectos concretos dos sistemas de comunicacións cuánticas espaciais.
Prácticas con apoio das TIC	Abordaranse diversas problemáticas das comunicacións por satélite facendo uso de software de simulación específico.

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Ofrecerase apoio en horario de tutorías e por correo electrónico. Para a información de contacto, véxase <a href="https://www.uvigo.gal/universidade/administracion-persoal/pdi/carlos-mosquera-nartallo">https://www.uvigo.gal/universidade/administracion-persoal/pdi/carlos-mosquera-nartallo</a> .
Resolución de problemas	Ofrecerase apoio en horario de tutorías e por correo electrónico. Para a información de contacto, véxase <a href="https://www.uvigo.gal/universidade/administracion-persoal/pdi/carlos-mosquera-nartallo">https://www.uvigo.gal/universidade/administracion-persoal/pdi/carlos-mosquera-nartallo</a> .
Prácticas con apoio das TIC	Ofrecerase apoio en horario de tutorías e por correo electrónico. Para a información de contacto, véxase <a href="https://www.uvigo.gal/universidade/administracion-persoal/pdi/carlos-mosquera-nartallo">https://www.uvigo.gal/universidade/administracion-persoal/pdi/carlos-mosquera-nartallo</a> .

### Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Lección maxistral	Asistencia e participación en clase	30	A11 B11 A13 B12
Resolución de problemas	Proporanse exercicios que serán avaliados se se entregan no prazo establecido. Poderá ser necesario defender as solucións oralmente para determinar a súa calificación.	40	C1 C2 C3
Prácticas con apoio das TIC	Deberase entregar un informe daquelas prácticas que fan uso de software específico para algún aspecto dos sistemas de comunicacións cuánticas por satélite.	30	A12

### Outros comentarios sobre a Avaliación

O exame final poderá supor o 100% da nota final naqueles casos nos que non se entregue ningún material avaliable, ou se renuncie explicitamente á avaliación continua no prazo dun mes transcorrido desde o comezo das actividades da materia. Isto aplica tamén á oportunidade extraordinaria e fin de carreira.

Na realización das actividades académicas desta materia permítese o uso da intelixencia artificial xerativa (IAG). O seu uso debe realizarse de forma ética, crítica e responsable. No caso de utilizar IAG, todos os resultados que proporcione deben ser avaliados de forma crítica e as citas ou referencias xeradas deben verificarse coidadosamente. Así mesmo, recoméndase

declarar o uso das ferramentas empregadas.

---

### **Bibliografía. Fontes de información**

#### **Bibliografía Básica**

Gianfranco Cariolaro, **Quantum Communications**, Springer, 2015

#### **Bibliografía Complementaria**

Uysal, M and Capsoni, C and Ghassemlooy, Z and Boucouvalas, A and Udvary, E, **Optical wireless communications - an emerging technology**, Springer, 2016

<https://ecss.nl/>, **European Cooperation for Space Standardization**,

<http://www.sme-smad.com/>, **New SMAD (Libro de referencia en misiones espaciales)**,

Howard D. Curtis, **Orbital Mechanics for Engineering Students**, Elsevier, 2014

---

### **Recomendacións**

---

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Traballo Fin de máster**

Materia	Traballo Fin de máster			
Código	V05M198V01217			
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	15	OB	1	2c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría telemática			
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web	<a href="http://www.usc.gal/gl/estudos/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20262027/traballo-master-19347-18440-2-103735">http://www.usc.gal/gl/estudos/masteres/ciencias/master-universitario-ciencia-tecnoloxias-informacion-cuantica/20262027/traballo-master-19347-18440-2-103735</a>			
Descrición xeral				

**Resultados de Formación e Aprendizaxe**

Código

**Resultados previstos na materia**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

**Contidos**

Tema

**Planificación**

Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
---------------	--------------------	--------------

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

**Metodoloxía docente**

Descrición

**Atención personalizada****Avaliación**

Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
------------	---------------	---------------------------------------

**Outros comentarios sobre a Avaliación****Bibliografía. Fontes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendacións**