



Guia docente				
Datos Identificativos				2023/24
Asignatura (*)	Computación Cuántica	Código		610G04035
Titulación	Grao en Nanociencia e Nanotecnoloxía			
Descriptorios				
Ciclo	Periodo	Curso	Tipo	Créditos
Grado	1º cuatrimestre	Cuarto	Optativa	4.5
Idioma	CastellanoGallego			
Modalidad docente	Presencial			
Prerrequisitos				
Departamento	Ciencias da Computación e Tecnoloxías da Información			
Coordinador/a	Moret Bonillo, Vicente	Correo electrónico	vicente.moret@udc.es	
Profesorado	Chobanova , Veronika Georgieva	Correo electrónico	v.chobanova@udc.es	
	Moret Bonillo, Vicente		vicente.moret@udc.es	
Web	ciencias.udc.es/es/grado-en-nanociencia-y-nanotecnologia			
Descripción general	Esta materia pretende transmitir a los estudiantes los conceptos fundamentales de la Computación Cuántica, el formalismo matemático necesario para trabajar con qubits, las ventajas informáticas y computacionales de la superposición cuántica y del entrelazamiento cuántico y definir un marco de trabajo que contemple la evolución de los sistemas clásicos determinísticos hasta llegar a los sistemas cuánticos, pasando por los sistemas típicamente probabilísticos. Una vez establecido este marco de trabajo, se analizarán conceptualmente algunos de los algoritmos cuánticos más relevantes.			

Competencias del título	
Código	Competencias del título
A1	CE1 - Comprender los conceptos, principios, teorías y hechos fundamentales relacionados con la Nanociencia y Nanotecnología.
A2	CE2 - Aplicar los conceptos, principios, teorías y hechos fundamentales relacionados con la Nanociencia y Nanotecnología a la resolución de problemas de naturaleza cuantitativa o cualitativa.
A3	CE3 - Reconocer y analizar problemas físicos, químicos, matemáticos, biológicos en el ámbito de la Nanociencia y Nanotecnología, así como plantear respuestas o trabajos adecuados para su resolución, incluyendo el uso de fuentes bibliográficas.
A7	CE7 - Interpretar los datos obtenidos mediante medidas experimentales y simulaciones, incluyendo el uso de herramientas informáticas, identificar su significado y relacionarlos con las teorías químicas, físicas o biológicas apropiadas.
A9	CE9 - Evaluar correctamente los riesgos sanitarios y de impacto ambiental asociados a la Nanociencia y la Nanotecnología.
A10	CE10 - Comprender la legislación en el ámbito del conocimiento y la aplicación de la Nanociencia y Nanotecnología. Aplicar principios éticos en este marco.
B1	CB1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio
B2	CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
B3	CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
B4	CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
B5	CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
B6	CG1 - Aprender a aprender
B7	CG2 - Resolver problemas de forma efectiva.
B8	CG3 - Aplicar un pensamiento crítico, lógico y creativo.
B9	CG4 - Trabajar de forma autónoma con iniciativa.



B10	CG5 - Trabajar de forma colaborativa.
B11	CG6 - Comportarse con ética y responsabilidad social como ciudadano/a y como profesional.
B12	CG7 - Comunicarse de manera efectiva en un entorno de trabajo.
C1	CT1 - Expresarse correctamente, tanto de forma oral como escrita, en las lenguas oficiales de la comunidad autónoma
C2	CT2 - Dominar la expresión y la comprensión de forma oral y escrita de un idioma extranjero
C3	CT3 - Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida
C4	CT4 - Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género
C5	CT5 - Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras
C7	CT7 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinarios o transdisciplinarios, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social.
C8	CT8 - Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad
C9	CT9 - Tener la capacidad de gestionar tiempos y recursos: desarrollar planes, priorizar actividades, identificar las críticas, establecer plazos y cumplirlos

Resultados de aprendizaje			
Resultados de aprendizaje		Competencias del título	
Comprender la necesidad de la computación cuántica en nanociencia y nanotecnología.	A1	B1	C1
	A2	B2	C2
	A3	B3	C3
	A7	B4	C4
	A9	B5	C5
	A10	B6	C7
		B7	C8
		B8	C9
		B9	
		B10	
		B11	
		B12	
Aprender los conceptos fundamentales de la computación cuántica.	A1	B1	C1
	A2	B2	C2
	A3	B3	C3
	A7	B4	C4
	A9	B5	C5
	A10	B6	C7
		B7	C8
		B8	C9
		B9	
		B10	
		B11	
		B12	



Comprender, aprender a construir y manejar sistemas de qubits.	A1	B1	C1
	A2	B2	C2
	A3	B3	C3
	A7	B4	C4
	A9	B5	C5
	A10	B6	C7
		B7	C8
		B8	C9
		B9	
		B10	
		B11	
		B12	
Conocer el funcionamiento de los ordenadores cuánticos.	A1	B1	C1
	A2	B2	C2
	A3	B3	C3
	A7	B4	C4
	A9	B5	C5
	A10	B6	C7
		B7	C8
		B8	C9
		B9	
		B10	
		B11	
		B12	
Aprender a diseñar algoritmos cuánticos.	A1	B1	C1
	A2	B2	C2
	A3	B3	C3
	A7	B4	C4
	A9	B5	C5
	A10	B6	C7
		B7	C8
		B8	C9
		B9	
		B10	
		B11	
		B12	

Contenidos	
Tema	Subtema
Introducción	Antecedentes históricos
	Contexto de la computación cuántica
	Reflexiones preliminares
Fundamentos Matemáticos	Números complejos
	Espacios vectoriales
	Espacios de Hilbert
Computación Reversible	Operadores lógicos
	Operaciones lógicas reversibles
	Diseño del ordenador reversible



La Unidad Cuántica de Información	Descripción formal del qubit Superposición de estados Principio de no-clonación
Sistemas de qubits	Bases canónicas Producto tensorial de estados Operaciones en serie y en paralelo
Operaciones y Circuitos Cuánticos	Matrices unitarias Operaciones unitarias Circuitos cuánticos
Diseño del Ordenador Cuántico	Operadores de aniquilación Operadores de creación El Hamiltoniano de la computación cuántica
Algoritmos Cuánticos	Algoritmo de Deutsch Algoritmo de Simon Teletransporte cuántico
Consideraciones finales	Análisis de contenidos Síntesis de resultados Discusión y conclusiones

Planificación				
Metodologías / pruebas	Competencias	Horas presenciales	Horas no presenciales / trabajo autónomo	Horas totales
Sesión magistral	A1 A2 A3 A7 A9 A10 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B10 B11 B12 C1 C2 C3 C4 C5 C7 C8 C9	15	60	75
Prácticas a través de TIC	A1 A2 A3 A7 A9 A10 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B10 B12 C1 C2 C3 C4 C5 C7 C8 C9	23	11.5	34.5
Atención personalizada		3	0	3
(*) Los datos que aparecen en la tabla de planificación són de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de los alumnos				

Metodologías	
Metodologías	Descripción
Sesión magistral	Explicación en el aula de los contenidos de la materia. Resolución de problemas y supuestos prácticos. Realización de seminarios interactivos.
Prácticas a través de TIC	Resolución de problemas prácticos en entornos TIC. Realización en equipo de prácticas de laboratorio con simuladores cuánticos.

Atención personalizada	
Metodologías	Descripción



Prácticas a través de TIC	Resolución por parte dos profesores da materia, das dúbidas e cuestións expostas polos estudantes. Supervisión e asistencia na realización das prácticas expostas. Segundo calendario e materia xa tratada, realizaranse seminarios interactivos. Resolución en lousa de supostos prácticos con problemas reais fomentando a interdisciplinariedad. É tradición nesta materia a realización en equipo de traballos tutelados. Casos especiais, minusvalías, tempo parcial, terán tratamento adaptado.
---------------------------	---

Evaluación			
Metodoloxías	Competencias	Descrición	Calificación
Sesión magistral	A1 A2 A3 A7 A9 A10 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B10 B11 B12 C1 C2 C3 C4 C5 C7 C8 C9	Evaluación continua de actividades realizadas individualmente. Evaluación continua de actividades realizadas en equipo. Prueba final de desarrollo de cinco preguntas cortas de la materia.	50
Prácticas a través de TIC	A1 A2 A3 A7 A9 A10 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B10 B12 C1 C2 C3 C4 C5 C7 C8 C9	Evaluación de prácticas individuales. Evaluación de prácticas realizadas en equipo.	50

Observaciones evaluación
Non se establece ningunha nota de corte, ni en Teoría ni en Prácticas. $Nota_Final = 0.5 \times (Nota_Teoría + Nota_Prácticas)$. Para aprobar la asignatura, a $Nota_Final$ ten que ser mayor o igual a 5.00 puntos. A realización fraudulenta de probas e/ou actividades implicará directamente a cualificación de suspenso ("0") na materia na convocatoria correspondente, invalidando calquera cualificación obtida en tódalas actividades de cara á seguinte oportunidade, de existir, dentro do mesmo curso académico.

Fuentes de información	
Básica	- Noson S. Yanofsky, Mirco A. Mannucci (2009). Quantum Computing for Computer Scientists. Cambridge University Press - Richard P. Feynman (2001). Feynman Lectures On Computation. CRC Press - Vicente Moret Bonillo (2017). Adventures in Computer Science. Springer After presenting the necessary prerequisites, the material is organized to look at different aspects of quantum computing from the specific standpoint of computer science. There are chapters on computer architecture, algorithms, programming languages, theoretical computer science, cryptography, information theory, and hardware. The text has step-by-step examples, more than two hundred exercises with solutions, and programming drills that bring the ideas of quantum computing alive for today's computer science students and researchers. After presenting the necessary prerequisites, the material is organized to look at different aspects of quantum computing from the specific standpoint of computer science. There are chapters on computer architecture, algorithms, programming languages, theoretical computer science, cryptography, information theory, and hardware. The text has step-by-step examples, more than two hundred exercises with solutions, and programming drills that bring the ideas of quantum computing alive for today's computer science students and researchers.
Complementaria	



Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Física en la Nanoescala/610G04041
Nanociencia y Nanotecnología Computacional/610G04034
Métodos Numéricos y Estadísticos/610G04013
Fundamentos de Cuántica/610G04015
Fundamentos de Matemáticas/610G04001
Mecánica y Ondas/610G04002
Fundamentos de Informática/610G04010

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Asignaturas que continúan el temario

Otros comentarios

Fomentarase o desenvolvemento dunha cidadanía crítica, aberta e respectuosa coa diversidade na nosa sociedade, salientando a igualdade de dereitos do alumnado sen discriminación por cuestión de xénero ou condición sexual. Empregarase unha linguaxe inclusiva no material e no desenvolvemento das sesións. Traballarase para identificar e modificar prexuízos e actitudes sexistas e influirase na contorna para modificalos e fomentar valores de respecto e igualdade. Para axudar a conseguir unha contorna inmediata sustentable e cumprir co punto 6 da "Declaración Ambiental da Facultade de Ciencias (2020)", os traballos documentais que se realicen nesta materia podrán solicitarse en formato virtual e soporte informático.

(*) La Guía Docente es el documento donde se visualiza la propuesta académica de la UDC. Este documento es público y no se puede modificar, salvo cosas excepcionales bajo la revisión del órgano competente de acuerdo a la normativa vigente que establece el proceso de elaboración de guías