



Guía Docente				
Datos Identificativos				2023/24
Asignatura (*)	Ferramentas da Computación Cuántica		Código	614551006
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores				
Ciclo	Período	Curso	Tipo	Créditos
Mestrado Oficial	1º cuatrimestre	Primeiro	Optativa	3
Idioma	Castelán			
Modalidade docente	Presencial			
Prerrequisitos				
Departamento	Ciencias da Computación e Tecnoloxías da InformaciónEnxeñaría de Computadores			
Coordinación	Mosqueira Rey, Eduardo	Correo electrónico	eduardo.mosqueira@udc.es	
Profesorado	Alvarez Estevez, Diego	Correo electrónico	diego.alvareze@udc.es	
	Martin Santamaria, Maria Jose		maria.martin.santamaria@udc.es	
	Mosqueira Rey, Eduardo		eduardo.mosqueira@udc.es	
Web	n9.cl/huuwq			
Descrición xeral	A computación cuántica é unha área emerxente cun potencial significativo, especialmente na área de problemas de optimización. Dado que a computación cuántica funciona cun mecanismo diferente ao da computación clásica, o enfoque do software para a computación cuántica tamén é diferente. Seguindo o paradigma dos circuitos cuánticos, nesta materia farase un desenvolvemento completo, profundo e rigoroso das diferentes técnicas e ferramentas necesarias para o desenvolvemento e execución de software cuántico.			

Competencias / Resultados do título	
Código	Competencias / Resultados do título
A4	CON_04 Ter coñecementos de computación cuántica, algoritmos, circuitos, a súa programación en diferentes linguaxes e plataformas accesibles.
A6	CON_06 Adquirir coñecementos sobre sistemas físicos capaces de implementar o tratamento da información en graos de liberdade cuánticos.
A13	CON_13 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.
A15	CON_15 Ter coñecementos de aspectos de alto nivel da computación cuántica: aprendizaxe de máquinas cuánticas, simuladores cuánticos, arquitecturas, etc.
B1	HD01 Analiza e desglosa un concepto complexo, examina cada parte e mira como encaixan
B3	HD03 Comparar e contrastar e sinalar semellanzas e diferenzas entre dous ou máis temas ou conceptos
B6	HD11 Elaborar con precisión as preguntas relevantes para un problema concreto
B8	HD13 Improvisar solucións dun xeito innovador para resolver un problema
B12	HD23 Comuníquese utilizando as normas esperadas para o medio elixido.
B13	HD24 Participar activamente na actividade presencial na aula.
B14	HD31 Asignar recursos e responsabilidades para que todos os membros dun equipo poidan traballar de forma óptima
B16	HD33 Establecer obxectivos para que o grupo analice a situación, decida que resultado se desexa e estableza claramente un obxectivo alcanzable.
C1	C1. Expresarse correctamente, tanto de forma oral como escrita, nas linguas oficiais da comunidade autónoma.
C2	C2. Dominar a expresión e a comprensión de forma oral e escrita dun idioma estranxeiro.
C3	C3. Utilizar as ferramentas básicas das tecnoloxías da información e as comunicacións (TIC) necesarias para o exercicio da súa profesión e para a aprendizaxe ao longo da súa vida.
C4	C4. Desenvolverse para o exercicio dunha cidadanía respectuosa coa cultura democrática, os dereitos humanos e a perspectiva de xénero.
C7	C7. Desenvolver a capacidade de traballar en equipos interdisciplinares ou transdisciplinares, para ofrecer propostas que contribúan a un desenvolvemento sostible ambiental, económico, político e social.



C8	C8. Valorar a importancia que ten a investigación, a innovación e o desenvolvemento tecnolóxico no avance socioeconómico e cultural da sociedade.
----	---

Resultados da aprendizaxe			
Resultados de aprendizaxe	Competencias / Resultados do título		
Capacidade para deseñar circuitos cuánticos básicos e avanzados en Qiskit	AP4	BP1 BP3 BP6 BP8 BP12 BP13 BP14 BP16	CP1 CP2 CP3 CP4 CP7 CP8
Coñecer os distintos simuladores cuánticos existentes e os seus modelos de ruído	AP13 AP15	BP3 BP6 BP12 BP13 BP14 BP16	CP1 CP2 CP3 CP4 CP7 CP8
Ser capaz de enviar e transpilar circuitos cuánticos para a súa execución en computadores cuánticos reais	AP6	BP1 BP6 BP12 BP13 BP14 BP16	CP1 CP2 CP3 CP4 CP7 CP8
Coñecer as distintas técnicas de supresión, mitigación e corrección de erros	AP13	BP3 BP6 BP13 BP14 BP16	CP1 CP2 CP3 CP4 CP7 CP8

Contidos	
Temas	Subtemas
1. Introducción	
2. Qiskit: circuitos básicos	
3. Qiskit: circuitos avanzados	
4. Simuladores	
5. Computadores cuánticos reais	
6. Transpiladores	
7. Supresión, mitigación e corrección de erros	

Planificación				
Metodoloxías / probas	Competencias / Resultados	Horas lectivas (presenciais e virtuais)	Horas traballo autónomo	Horas totais
Sesión maxistral	A4 A6 A13 A15 B13 C1 C2 C8	10.5	15.75	26.25



Prácticas de laboratorio	A4 A13 A15 B1 B3 B6 B8 B12 B14 B16 C3 C4 C7	10.5	34.65	45.15
Proba obxectiva	A4 A6 A13 A15 B1 B3 B8 C1 C2 C3 C8	2.6	0	2.6
Atención personalizada		1	0	1

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

Metodoloxías	
Metodoloxías	Descrición
Sesión maxistral	Clases maxistras coa exposición dos coñecementos teóricos e prácticos usando diferentes recursos dixitais.
Prácticas de laboratorio	Prácticas baseadas nos coñecementos que cada estudante vai adquirindo nas clases maxistras.
Proba obxectiva	Proba mediante a que se valoran os coñecementos adquiridos polo estudiantado. Cada estudante deberá aplicar os seus coñecementos tanto a nivel teórico coma a nivel práctico.

Atención personalizada	
Metodoloxías	Descrición
Prácticas de laboratorio	A atención personalizada ao estudiantado comprende non só as titorías, presenciais ou virtuais, para a discusión de dúbidas, senón tamén as seguintes actuacións:  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguemento do labor realizado nas prácticas de laboratorio propostas polo profesorado.</li> <li>- Avaliación dos resultados obtidos nas prácticas.</li> <li>- Encontros personalizados para resolver dúbidas sobre os contidos da asignatura.</li> </ul>

Avaliación			
Metodoloxías	Competencias / Resultados	Descrición	Cualificación
Prácticas de laboratorio	A4 A13 A15 B1 B3 B6 B8 B12 B14 B16 C3 C4 C7	Entrega de prácticas baseadas nos coñecementos adquiridos nas clases maxistras.	60
Proba obxectiva	A4 A6 A13 A15 B1 B3 B8 C1 C2 C3 C8	Proba/s sobre contidos teórico-prácticos.	40

Observacións avaliación	
<p>Porcentaxes concretas de avaliación de cada parte.</p> <p>A avaliación da materia realizarase en dous partes: avaliación continua (prácticas) e proba obxectiva (parcial e/ou final). Como se avalía o non presentado.</p> <p>A entrega dalgunha das actividades ou probas de avaliación continua supoñerá que o alumno optou por presentarse á materia. Por tanto, a partir dese momento, aínda non presentándose a proba obxectiva haberá consumido unha oportunidade. Cómo se avalía a segunda oportunidade.</p> <p>Na segunda oportunidade (xullo) conservaranse as notas da avaliación continua e/ou a proba obxectiva obtidas durante o cuadrimestre. Se o alumno preséntase á segunda oportunidade na avaliación continua ou a proba obxectiva, a nota obtida na primeira oportunidade para esa parte anúlase, e a cualificación correspondente desa parte será a da segunda oportunidade. A nota final da materia na segunda oportunidade calcularase co mesmo criterio que na primeira oportunidade. PlaxiosA realización fraudulenta das probas ou actividades de avaliación, unha vez comprobada, implicará directamente a cualificación de suspenso "0" na materia na convocatoria correspondente, invalidando así calquera cualificación obtida en todas as actividades de avaliación de cara a convocatoria extraordinaria</p>	



## Fontes de información

<b>Bibliografía básica</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Robert Loredó (2020). Learn Quantum Computing with Python and IBM Quantum Experience. Packt, O'Reilly</li><li>- Hassi Norlen (2020). Quantum Computing in Practice with Qiskit and IBM Quantum Experience. Packt, O'Reilly</li><li>- Qiskit (2023). Qiskit documentation. <a href="https://qiskit.org/documentation">https://qiskit.org/documentation</a></li><li>- Qiskit (2023). Qiskit tutorials. <a href="https://qiskit.org/documentation/tutorials.html">https://qiskit.org/documentation/tutorials.html</a></li></ul>
<b>Bibliografía complementaria</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- James L. Weaver (2022). Qiskit Pocket Guide. O'Reilly</li><li>- Qiskit (2023). Qiskit Terra API Reference. <a href="https://qiskit.org/documentation/apidoc/terra.html">https://qiskit.org/documentation/apidoc/terra.html</a></li></ul>

## Recomendacións

### Materias que se recomenda ter cursado previamente

Introdución á Computación Cuántica/614551004

### Materias que se recomenda cursar simultaneamente

Computación Cuántica e Aprendizaxe Máquina/614551008

Programación e Implementación de Algoritmos Cuánticos/614551007

### Materias que continúan o temario

Aplicacións Prácticas da Computación Cuántica/614551010

### Observacións

(\*)A Guía docente é o documento onde se visualiza a proposta académica da UDC. Este documento é público e non se pode modificar, salvo casos excepcionais baixo a revisión do órgano competente dacordo coa normativa vixente que establece o proceso de elaboración de guías