



Guía docente				
Datos Identificativos				2023/24
Asignatura (*)	Herramientas de la Computación Cuántica		Código	614551006
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descriptorios				
Ciclo	Periodo	Curso	Tipo	Créditos
Máster Oficial	1º cuatrimestre	Primero	Optativa	3
Idioma	Castellano			
Modalidad docente	Presencial			
Prerrequisitos				
Departamento	Ciencias da Computación e Tecnoloxías da InformaciónEnxeñaría de Computadores			
Coordinador/a	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			
Descripción general	La computación cuántica es un área emergente con un potencial significativo, especialmente en el área de problemas de optimización. Dado que la computación cuántica funciona con un mecanismo diferente al de la computación clásica, el enfoque del software para la computación cuántica también es diferente. Siguiendo el paradigma de los circuitos cuánticos, en esta materia se hará un desarrollo completo, profundo y riguroso de las diferentes técnicas y herramientas necesarias para el desarrollo y ejecución de software cuántico.			

Competencias / Resultados del título	
Código	Competencias / Resultados del título
A4	CON_04: Tener conocimientos de computación cuántica, algoritmia, circuitos, su programación en diferentes lenguajes y plataformas accesibles.
A6	CON_06: Adquirir conocimientos sobre sistemas físicos susceptibles de implementar el tratamiento de la información en grados de libertad cuánticos.
A13	CON_13: Tener conocimientos sobre las limitaciones física y técnicas a las implementaciones de los sistemas de procesamiento de información cuántica: ruidos, decoherencia, etc., así como de las estrategias de mitigación o corrección que se proponen.
A15	CON_15: Tener conocimientos sobre aspectos de alto nivel en computación cuántica: aprendizaje máquina cuántica, simuladores cuánticos, arquitecturas, etc.
B1	HD01 Analizar y descomponer un concepto complejo, examinar cada parte y observar cómo encajan entre sí
B3	HD03 Comparar y contrastar y señalar las similitudes y diferencias entre dos o más temas o conceptos
B6	HD11 Elaborar de forma precisa las preguntas relevantes a un problema concreto.
B8	HD13 Improvisar soluciones de una manera novedosa para resolver un problema.
B12	HD23 Comunicarse utilizando las normas esperadas para el medio elegido.
B13	HD24 Participar activamente en la actividad presencial en el aula.
B14	HD31 Asignar recursos y responsabilidades de forma que todos los miembros de un equipo puedan trabajar de manera óptima
B16	HD33 Establecer metas para que el grupo analice la situación, decida qué resultado se desea y establezca claramente un objetivo alcanzable
C1	C1. Expresarse correctamente, tanto de forma oral como escrita, en las lenguas oficiales de la comunidad autónoma.
C2	C2. Dominar la expresión y la comprensión de forma oral y escrita de un idioma extranjero.
C3	C3. 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	C4. Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género.
C7	C7. 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	C8. Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad.
----	---

Resultados de aprendizaje			
Resultados de aprendizaje	Competencias / Resultados del título		
Capacidad para diseñar circuitos cuánticos básicos y avanzados en Qiskit	AP4	BP1 BP3 BP6 BP8 BP12 BP13 BP14 BP16	CP1 CP2 CP3 CP4 CP7 CP8
Conocer los distintos simuladores cuánticos existentes y sus modelos de ruido	AP13 AP15	BP3 BP6 BP12 BP13 BP14 BP16	CP1 CP2 CP3 CP4 CP7 CP8
Ser capaz de enviar y transpilar circuitos cuánticos para su ejecución en computadores cuánticos reales	AP6	BP1 BP6 BP12 BP13 BP14 BP16	CP1 CP2 CP3 CP4 CP7 CP8
Conocer las distintas técnicas de supresión, mitigación y corrección de errores	AP13	BP3 BP6 BP13 BP14 BP16	CP1 CP2 CP3 CP4 CP7 CP8

Contenidos	
Tema	Subtema
1. Introducción	
2. Qiskit: circuitos básicos	
3. Qiskit: circuitos avanzados	
4. Simuladores	
5. Computadores cuánticos reales	
6. Transpiladores	
7. Supresión, mitigación y corrección de errores	

Planificación				
Metodologías / pruebas	Competencias / Resultados	Horas lectivas (presenciales y virtuales)	Horas trabajo autónomo	Horas totales
Sesión magistral	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
Prueba objetiva	A4 A6 A13 A15 B1 B3 B8 C1 C2 C3 C8	2.6	0	2.6
Atención personalizada		1	0	1

(\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación són de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de los alumnos

Metodologías	
Metodologías	Descripción
Sesión magistral	Clases magistrales con la exposición de los conocimientos teóricos y prácticos usando diferentes recursos digitales.
Prácticas de laboratorio	Prácticas basadas en los conocimientos que el estudiante va adquiriendo en las clases magistrales.
Prueba objetiva	Prueba mediante la que se valora los conocimientos adquiridos por el alumnado. Cada estudiante deberá aplicar sus conocimientos tanto a nivel teórico como a nivel práctico.

Atención personalizada	
Metodologías	Descripción
Prácticas de laboratorio	La atención personalizada al alumnado comprende no solo las tutorías, presenciales o virtuales, para la discusión de dudas, sino también las siguientes actuaciones:  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguimiento de la labor realizada en las prácticas de laboratorio propuestos por el profesorado.</li> <li>- Evaluación de los resultados obtenidos en las prácticas.</li> <li>- Encuentros personalizados para resolver dudas sobre los contenidos de la asignatura.</li> </ul>

Evaluación			
Metodologías	Competencias / Resultados	Descripción	Calificación
Prácticas de laboratorio	A4 A13 A15 B1 B3 B6 B8 B12 B14 B16 C3 C4 C7	Entrega de prácticas basadas en los conocimientos adquiridos en las clases magistrales.	60
Prueba objetiva	A4 A6 A13 A15 B1 B3 B8 C1 C2 C3 C8	Prueba/s sobre contenidos teórico-prácticos.	40

Observaciones evaluación
<p>Partes de la evaluación.</p> <p>La evaluación de la asignatura se realizará en dos partes: evaluación continua (prácticas) y prueba objetiva (parcial y/o final). Cómo se evalúa el no presentado.</p> <p>La entrega de alguna de las actividades o pruebas de evaluación continua supondrá que el alumno optó por presentarse a la asignatura. Por tanto, a partir de ese momento, aun no presentándose a la prueba objetiva habrá consumido una oportunidad. Cómo se evalúa la segunda oportunidad.</p> <p>En la segunda oportunidad (julio) se conservarán las notas de la evaluación continua y/o la prueba objetiva obtenidas durante el cuatrimestre. Si el alumno se presenta a la segunda oportunidad en la evaluación continua o en la prueba objetiva, la nota obtenida en la primera oportunidad para esa parte se anula, y la calificación correspondiente de esa parte será la de la segunda oportunidad. La nota final de la materia en la segunda oportunidad se calculará con el mismo criterio que en la primera oportunidad. PlagiosLa realización fraudulenta de las pruebas o actividades de evaluación, una vez comprobada, implicará directamente la cualificación de suspenso "0" en la materia en la convocatoria correspondiente, invalidando así cualquier cualificación obtenida en todas las actividades de evaluación de cara a convocatoria extraordinaria.</p>



## Fuentes de información

<b>Básica</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Robert Loredo (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>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>

## Recomendaciones

### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Introducción a la Computación Cuántica/614551004

### Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Computación Cuántica y Aprendizaje Máquina/614551008

Programación e Implementación de Algoritmos Cuánticos/614551007

### Asignaturas que continúan el temario

Aplicaciones Prácticas de la Computación Cuántica/614551010

### Otros comentarios

(\*) 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