



Guía docente				
Datos Identificativos				2023/24
Asignatura (*)	Códigos de Corrección de Errores		Código	614551013
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descriptorios				
Ciclo	Periodo	Curso	Tipo	Créditos
Máster Oficial	2º cuatrimestre	Primero	Optativa	3
Idioma	Castellano			
Modalidad docente	Presencial			
Prerrequisitos				
Departamento	Enxeñaría de Computadores			
Coordinador/a		Correo electrónico		
Profesorado	Castedo Ribas, Luis	Correo electrónico	luis.castedo@udc.es	
Web	n9.cl/bosw5			
Descripción general	COMPARTIDA UVIGO Y UDC VISITE ENLACE WEB  Esta asignatura ofrece una introducción a la corrección cuántica de errores, que es un aspecto fundamental de la computación cuántica y de la teoría cuántica de la información. La asignatura pretende explorar diversos códigos y técnicas de corrección de errores que permiten preservar y manipular la información cuántica en presencia de ruido y errores.			

Competencias / Resultados del título	
Código	Competencias / Resultados del título
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.
B13	HD24 Participar activamente en la actividad presencial en el aula.
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.

Resultados de aprendizaje			
Resultados de aprendizaje			Competencias / Resultados del título
Capacidad para comprender la construcción, análisis y aplicaciones de los códigos cuánticos de control de errores en sistemas de comunicaciones y en los ordenadores cuánticos. Conocimiento de los principales códigos concretos.			AP13 BP13 CP1 CP2 CP3

Contenidos	
Tema	Subtema
Tema 1: Errores cuánticos	<ul style="list-style-type: none"><li>- Visión general de los errores cuánticos y sus fuentes</li><li>- Decoherencia y ruido en sistemas cuánticos abiertos</li><li>- Tipos de errores y modelos de canales con error</li><li>- Digitalización del ruido cuántico. Operadores de error</li></ul>



Tema 2: Fundamentos de la corrección cuántica de errores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De la corrección de errores clásica a la cuántica</li> <li>- El código de corrección de errores de tres qubits</li> <li>- El código Shor de nueve qubits</li> <li>- Condiciones de la corrección cuántica de errores</li> <li>- El límite cuántico de Hamming</li> </ul>
Tema 3: Construcción de códigos cuánticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Códigos bloque lineales clásicos</li> <li>- Códigos Calderbank-Shor-Steane (CSS)</li> </ul>
Tema 4: Códigos estabilizadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El formalismo del estabilizador</li> <li>- Medición en el formalismo del estabilizador</li> <li>- Construcciones de códigos estabilizadores</li> <li>- Circuitos cuánticos de codificación, descodificación y corrección</li> </ul>
Tema 5: Códigos estabilizadores topológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El complejo de cadenas <math>Z_2</math></li> <li>- Códigos de superficie en un toro: los códigos tóricos</li> <li>- Códigos planos de superficie</li> <li>- Corrección cuántica de errores topológica</li> </ul>
Tema 6: Computación cuántica tolerante a fallos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tolerancia a fallos en computación cuántica</li> <li>- Corrección de errores con tolerancia a fallos</li> <li>- Operaciones codificadas con tolerancia a fallos</li> </ul>

Planificación				
Metodologías / pruebas	Competencias / Resultados	Horas lectivas (presenciales y virtuales)	Horas trabajo autónomo	Horas totales
Solución de problemas	B13	5	27	32
Presentación oral	C1 C2 C3	2	0	2
Sesión magistral	A13	18	23	41
Atención personalizada		0	0	0

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

Metodologías	
Metodologías	Descripción
Solución de problemas	Se resolverán problema típicos de diseño y análisis de códigos de errores cuánticos, para aprender a utilizar los métodos vistos en las lecciones magistrales
Presentación oral	Se hará una presentación oral de trabajos de evaluación
Sesión magistral	Se presentarán los elementos principales de los códigos de errores cuánticos, sus aplicaciones y limitaciones.

Atención personalizada	
Metodologías	Descripción
Sesión magistral Solución de problemas Presentación oral	Se atenderán consultas de forma asíncrona mediante chat de Microsoft Teams. Se ofrecerá apoyo mediante reuniones presenciales o reuniones online mediante Microsoft Teams.

Evaluación			
Metodologías	Competencias / Resultados	Descripción	Calificación
Solución de problemas	B13	Resolución de ejercicios de forma autónoma e individual, entrega por escrito. Dos conjuntos con un valor del 30% cada uno.	60
Presentación oral	C1 C2 C3	Presentación de un trabajo de arrollado por el alumno/a	40



## Observaciones evaluación

## Fuentes de información

<b>Básica</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- M. A. Nielsen, I. L. Chuang (2010). Quantum Computation and Quantum Information. Cambridge University Press</li><li>- Ivan B. Djordevic (2021). Quantum Information Processing, Quantum Computing, and Quantum Error Correction. Academic Press</li></ul>
<b>Complementaria</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Giuliano Gadioli La Guardia (2020). Quantum Error Correction. Springer</li><li>- Frank Gaitan (2013). Quantum Error Correction and Fault Tolerant Quantum Computing. Taylor &amp; Francis</li><li>- D. A. Lidar, T. A. Brun (2013). Quantum Error Correction. Cambridge University Press</li></ul>

## Recomendaciones

### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Fundamentos de Información Cuántica/614551003

Fundamentos de Comunicaciones Cuánticas/614551005

Introducción a la Computación Cuántica/614551004

### Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

### Asignaturas que continúan el temario

### 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