



Guía Docente				
Datos Identificativos				2023/24
Asignatura (*)	Arquitecturas da Computación Cuántica		Código	614551022
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descritores				
Ciclo	Período	Curso	Tipo	Créditos
Mestrado Oficial	1º cuatrimestre	Primeiro	Optativa	3
Idioma	CastelánGalego			
Modalidade docente	Presencial			
Prerrequisitos				
Departamento	Ciencias da Computación e Tecnoloxías da Información			
Coordinación	Moret Bonillo, Vicente	Correo electrónico	vicente.moret@udc.es	
Profesorado	Alvarez Estevez, Diego	Correo electrónico	diego.alvareze@udc.es	
	Moret Bonillo, Vicente		vicente.moret@udc.es	
Web	n9.cl/27996			
Descrición xeral	Aínda non se resolveu o problema de que hardware sería ideal para a computación cuántica. Neste sentido, definíronse unha serie de condicións que deben cumprir as arquitecturas cuánticas, e que se poden atopar na coñecida lista de Di Vincenzo. Non obstante, en toda arquitectura cuántica débense manter unha serie de restricións, como son as seguintes: o sistema debe poder ser inicializado, é dicir, debe levarse a un estado de arranque coñecido e controlado; tamén debe ser posible manipular os qubits de forma controlada, cun conxunto de operacións que forman un conxunto universal de portas lóxicas (co fin de reproducir calquera outra porta lóxica posible). Do mesmo xeito, o sistema debe manter a súa coherencia cuántica, ademais de poder ler o estado final do sistema, despois do cálculo. Finalmente, o sistema ten que ser escalable: ten que haber unha forma definida de aumentar o número de qubits, para facer fronte a problemas de maior custo computacional.			

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.
A16	CON_16 Ter coñecementos de arquitecturas de computadores cuánticos, diferentes plataformas e "full stack".
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		
Adquirir conocimientos de computación cuántica, algoritmia y circuitos cuánticos.	AP4 AP16	BP1 BP3 BP6 BP8 BP12 BP13 BP16	CP1 CP2 CP3 CP4 CP7 CP8
Programación en diferentes lenguajes y plataformas accesibles.	AP4 AP16	BP1 BP3 BP6 BP8 BP12 BP13 BP14 BP16	CP1 CP2 CP3 CP4 CP7 CP8
Adquirir conocimientos sobre aspectos de alto nivel en computación cuántica: diseño de máquinas cuánticas, simuladores cuánticos y arquitecturas.	AP4 AP16	BP1 BP3 BP6 BP8 BP12 BP13 BP14 BP16	CP1 CP2 CP3 CP4 CP7 CP8

## Contidos

Temas	Subtemas
1. INTRODUCCIÓN	Antecedentes Contexto
2. REQUISITOS DEL COMPUTADOR CUÁNTICO	Requisitos funcionales Requisitos no funcionales Integración de requisitos
3. COMPONENTES Y MÉTODOS	Registros de cómputo Puertas unitarias Transiciones de estados
4. ARQUITECTURAS CLÁSICAS	Arquitectura de Benioff Arquitectura de Kane Arquitectura de Deutsch
5. EL ORDENADOR CUÁNTICO DE FEYNMAN	Operadores de aniquilación Operadores de creación El Hamiltoniano de la computación cuántica Diseño y desempeño del ordenador cuántico
6. CONSIDERACIONES FINALES	Análisis crítico Discusión de aproximaciones Conclusiones

## Planificación



Metodoloxías / probas	Competencias / Resultados	Horas lectivas (presenciais e virtuais)	Horas traballo autónomo	Horas totais
Sesión maxistral	A4 A16 B1 B3 B6 B8 B12 B13 B14 B16 C1 C2 C3 C4 C7 C8	10	50	60
Prácticas a través de TIC	A4 A16 B1 B3 B6 B8 B12 B13 B14 B16 C1 C2 C3 C4 C7 C8	15	0	15
Atención personalizada		0	0	0

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

Metodoloxías	
Metodoloxías	Descrición
Sesión maxistral	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	
Metodoloxías	Descrición
	Incluye clases teóricas (expositivas e interactivas), debates, resolución de problemas, seminarios, y prácticas de laboratorio en entornos TIC.

Avaliación			
Metodoloxías	Competencias / Resultados	Descrición	Cualificación
Sesión maxistral	A4 A16 B1 B3 B6 B8 B12 B13 B14 B16 C1 C2 C3 C4 C7 C8	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	A4 A16 B1 B3 B6 B8 B12 B13 B14 B16 C1 C2 C3 C4 C7 C8	Evaluación de prácticas individuales. Evaluación de prácticas realizadas en equipo.	50

Observacións avaliación
No se establece ninguna nota de corte, ni en Teoría ni en Prácticas. La nota final se obtendrá a partir de la siguiente ecuación: $Nota\_Final = 0.5 \times (Nota\_Teoría + Nota\_Prácticas)$ Para aprobar la asignatura, se tiene que cumplir que $Nota\_Final$ sea mayor o igual a 5.00 puntos.

Fontes de información



<b>Bibliografía básica</b>	<p>- Noson S. Yanofsky, Mirco A. Mannucci (2009). Quantum Computing for Computer Scientists. Cambridge University Press</p> <p>- Richard P. Feynman (2001). Feynman Lectures On Computation. CRC Press</p> <p>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.</p>
<b>Bibliografía complementaria</b>	<p>- Vicente Moret Bonillo (2017). Adventures in Computer Science . Springer</p> <p>The main focus of this textbook is the basic unit of information and the way in which our understanding of this has evolved over time. In particular the author covers concepts related to information, classical computing, logic, reversible computing, quantum mechanics, quantum computing, thermodynamics and some artificial intelligence and biology, all approached from the viewpoint of computer sciences. The main focus of this textbook is the basic unit of information and the way in which our understanding of this has evolved over time. In particular the author covers concepts related to information, classical computing, logic, reversible computing, quantum mechanics, quantum computing, thermodynamics and some artificial intelligence and biology, all approached from the viewpoint of computer sciences.</p>

## Recomendacións

### Materias que se recomenda ter cursado previamente

Mecánica Cuántica I/614551001

Mecánica Cuántica II/614551002

Fundamentos de Información Cuántica/614551003

Fundamentos de Comunicacións Cuánticas/614551005

Introdución á Computación Cuántica/614551004

### Materias que se recomenda cursar simultaneamente

Ferramentas da Computación Cuántica/614551006

Computación Cuántica e Aprendizaxe Máquina/614551008

Programación e Implementación de Algoritmos Cuánticos/614551007

### Materias que continúan o temario

Aplicacións Prácticas da Computación Cuántica/614551010

Métodos Numéricos en Computación Cuántica/614551025

Computación Cuántica e Computación de Altas Prestacións/614551009

Códigos de Corrección de Errores/614551013

Sistemas Cuánticos Baseados en Regras/614551029

## 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