



## Guía Docente

| Datos Identificativos |  |                    |                      |           | 2024/25 |
|-----------------------|--|--------------------|----------------------|-----------|---------|
| Asignatura (*)        | Programación e Implementación de Algoritmos Cuánticos  |                    | Código               | 614551007 |         |
| 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          | Enxeñaría de Computadores  |                    |                      |           |         |
| Coordinación          | Andrade Canosa, Diego  | Correo electrónico | diego.andrade@udc.es |           |         |
| Profesorado           | Andrade Canosa, Diego  | Correo electrónico | diego.andrade@udc.es |           |         |
| Web                   | <a href="https://quantummastergalicia.es">https://quantummastergalicia.es</a>  |                    |                      |           |         |
| Descrición xeral      | <p>O propósito dos computadores cuánticos é aproveitar as propiedades cuánticas dos qubits e poder executar algoritmos cuánticos que utilizan a superposición e o entrelazamiento para ofrecer unha capacidade de procesamento moito maior que os algoritmos clásicos. É importante indicar que o verdadeiro cambio de paradigma non consiste en facer o mesmo que fan as computadoras dixitais ou clásicas, senón que os algoritmos cuánticos permiten realizar certas operacións dunha maneira totalmente diferente que en moitos casos resulta ser máis eficiente, é dicir, en moito menos tempo ou utilizando moitos menos recursos computacionais. Esta materia presenta unha serie de algoritmos cuánticos que proporcionan vantaxes computacionais sobre os mellores algoritmos clásicos equivalentes. Aínda que algún destes algoritmos non teñen unha aplicación práctica directa ou a súa implementación é inviable nos computadores cuánticos actuais, son un claro exemplo das posibilidades que a computación cuántica ofrece para tratar problemas irresolubles clasicamente.</p> <p>Este curso está deseñado para que os estudantes aprendan no laboratorio aspectos relevantes da programación cuántica de algoritmos vistos anteriormente</p> |                    |                      |           |         |

## Competencias / Resultados do título

| Código | Competencias / Resultados do título   |
|--------|---|
| A3     | CON_03 Coñecer as bases físicas que permiten codificar e procesar a información. Comprensión das novas regras que a Mecánica Cuántica impón para o seu procesamento.                |
| A4     | CON_04 Ter coñecementos de computación cuántica, algoritmos, circuítos, a súa programación en diferentes linguaxes e plataformas accesibles.  |
| B1     | HD01 Analiza e desglosa un concepto complexo, examina cada parte e mira como encaixan   |
| B2     | HD02 Clasifica e identifica tipos ou grupos, mostrando como cada categoría é diferente das outras   |
| 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.  |



|    |   |
|----|---|
| C5 | C5. Entender a importancia da cultura emprendedora e coñecer os medios ao alcance das persoas emprendedoras.  |
| C6 | C6. Adquirir habilidades para a vida e hábitos, rutinas e estilos de vida saudables.  |
| 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 |   |
| Coñecer as bases físicas que permiten codificar e procesar información. Comprensión das novas regras que impón a Mecánica Cuántica para o seu procesado. |  | AP3<br>AP4                          | BP1<br>BP2<br>BP3<br>BP6<br>BP8<br>BP12<br>BP13<br>BP14<br>BP16<br>CP1<br>CP2<br>CP3<br>CP4<br>CP5<br>CP6<br>CP7<br>CP8 |
| Ter coñecementos de computación cuántica, algoritmia, circuitos, a súa programación en diferentes linguaxes e plataformas accesibles.                    |  | AP3<br>AP4                          | BP1<br>BP2<br>BP3<br>CP1<br>CP2<br>CP3<br>CP4<br>CP5<br>CP6<br>CP7<br>CP8   |

| Contidos   |  |
|--|--|
| Temas  | Subtemas   |
| 1- Introducción aos algoritmos cuánticos &quot;clásicos&quot;; | .  |
| 2- Paralelismo cuántico  | .  |
| 3- Oráculos cuánticos  | .  |
| 4- Algoritmos cuánticos &quot;clásicos&quot;:                  | a. Algoritmos de Deutsch e Deutsch-Jozsa<br>b. Algoritmo de Bernstein-Vazirani<br>c. Algoritmo de periodicidade de Simon |
| 5- Algoritmo de procura de Grover: amplificación de amplitude  | .  |
| 6- Transformada Cuántica de Fourier                            | .  |
| 7- Algoritmo Cuántico de Estimación de Fase                    | .  |
| 8- Algoritmo de factorización de Shor                          | .  |

| Planificación            |   |   |                         |              |
|--------------------------|---|---|-------------------------|--------------|
| Metodoloxías / probas    | Competencias / Resultados   | Horas lectivas (presenciais e virtuais) | Horas traballo autónomo | Horas totais |
| Prácticas de laboratorio | A3 A4 B1 B2 B3 B6<br>B8 B12 B13 B14 B16<br>C1 C2 C3 C4 C5 C6<br>C7 C8 | 10                                      | 30                      | 40           |



|   |  |   |    |    |
|---|--|---|----|----|
| Traballos tutelados   | A3 A4 B1 B2 B3 C1<br>C2 C3 C4 C5 C6 C7<br>C8 | 3 | 6  | 9  |
| Proba práctica  | B1 B2  | 3 | 0  | 3  |
| Proba obxectiva   | A3 A4 B1 B2 B3 C1<br>C2 C3 C4 C5 C6 C7<br>C8 | 3 | 0  | 3  |
| Sesión maxistral  | A3 A4  | 5 | 15 | 20 |
| Atención personalizada  |  | 0 |    | 0  |
| <b>*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientativo, considerando a heteroxeneidade do alumnado</b> |  |   |    |    |

| Metodoloxías             |   |
|--------------------------|---|
| Metodoloxías             | Descrición  |
| Prácticas de laboratorio | Resolución dos exercicios e problemas propostos, posta en común de dúbidas. Darase protagonismo ao alumnado para que presente os seus resultados.                                       |
| Traballos tutelados      | Nelas atenderase de forma personalizada ao alumnado para proporcionarlle orientación e resolver as súas dúbidas   |
| Proba práctica           | Proba de carácter práctico realizada na aula  |
| Proba obxectiva          | Proba de carácter obxectivo realizada na aula   |
| Sesión maxistral         | Nelas explicaranse os contidos programados e responderanse as dúbidas que xurdan. Proporanse exercicios e problemas que os estudantes deberán resolver no seu tempo de traballo propio. |

| Atención personalizada   |   |
|--------------------------|---|
| Metodoloxías             | Descrición  |
| Prácticas de laboratorio | O alumnado recibirá aseoramento durante a realización das súas prácticas de laboratorio por parte do profesorado. |

| Avaliación      |  |  |               |
|-----------------|--|--|---------------|
| Metodoloxías    | Competencias / Resultados                    | Descrición   | Cualificación |
| Proba práctica  | B1 B2  | Asistencia e participación ás clases expositivas e interactivas, entrega de exercicios e problemas resoltos, exposición voluntaria de resultados | 60            |
| Proba obxectiva | A3 A4 B1 B2 B3 C1<br>C2 C3 C4 C5 C6 C7<br>C8 | Exames e/ou tests parciais e/ou finais   | 40            |

| Observacións avaliación |
|-------------------------|
|                         |

| Fontes de información              |  |
|------------------------------------|--|
| <b>Bibliografía básica</b>         | Básica:- Notas de Clase- Varios autores, Qiskit textbook: Quantum protocols and quantum algorithms, Dispoñible online en: <a href="https://qiskit.org/learn/course/quantum-protocols-and-quantum-algorithms/">https://qiskit.org/learn/course/quantum-protocols-and-quantum-algorithms/</a>  |
| <b>Bibliografía complementaria</b> | - Thomas G. Wong. Introduction to Classical and Quantum Computing, capítulo 7, Rooted Grove, 2022- Noson S. Yanofsky e Mirco A. Mannucci. Quantum computing for computer scientists, capítulo 6, Cambridge University Press, 2008.- M.A. Nielsen and I.L. Chuang: Quantum Computation and Quantum Information, capítulos 4-6, Cambridge, 2010. |

| Recomendacións   |
|--|
| <b>Materias que se recomenda ter cursado previamente</b> |
| Ferramentas da Computación Cuántica/614551006            |
| <b>Materias que se recomenda cursar simultaneamente</b>  |



Aplicacións Prácticas da Computación Cuántica/614551010

Materias que continúan o temario

Computación Cuántica e Aprendizaxe Máquina/614551008

Computación Cuántica e Computación de Altas Prestacións/614551009

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