



## Guía Docente

| Guía Docente          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |                          |           |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------|-----------|
| Datos Identificativos |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    | 2024/25                  |           |
| Asignatura (*)        | Computación Cuántica e Aprendizaxe Máquina                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                    | Código                   | 614551008 |
| Titulación            | Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                    |                          |           |
| Descriptor            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |                          |           |
| 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           | Mayorga Redondo, Alejandro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Correo electrónico | alejandro.mayorga@udc.es |           |
|                       | Mosqueira Rey, Eduardo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                    | eduardo.mosqueira@udc.es |           |
| Web                   | <a href="https://guiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=614&amp;ensenyament=614551&amp;assignatura=614551008&amp;any_academic=20">https://guiadocente.udc.es/guia_docent/index.php?centre=614&amp;ensenyament=614551&amp;assignatura=614551008&amp;any_academic=20</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |                          |           |
| Descrición xeral      | Aprendizaxe Máquina e Computación Cuántica son materias relevantes e de crecente interese en investigación e desenvolvemento tecnolóxico na actualidade. Este tema ilustra como o Aprendizaxe Máquina pode ser optimizado utilizando técnicas de Computación Cuántica. Inclúese unha revisión exhaustiva de ambas as materias, para logo buscar sinerxias entre elas e atopar dominios de aplicación e procedementos que melloren o comportamento dos algoritmos actuais de Aprendizaxe Máquina e Computación Cuántica. Posteriormente, implementaranse e probaráanse as aplicacións deseñadas, avaliando os seus resultados e contrastándoos cos métodos clásicos equivalentes, para comprobar o seu correcto funcionamento. |                    |                          |           |

## Competencias / Resultados do título

| Código | Competencias / Resultados do título                                                                                                                                                                         |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A4     | CON_04 Ter coñecementos de computación cuántica, algoritmos, circuítos, a súa programación en diferentes linguaxes e plataformas accesibles.                                                                |
| 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 |                                                          |                                        |
| Coñecer os distintos tipos de aprendizaxe automática                                                                      | AP15                                | BP1<br>BP3<br>BP13                                       | CP1                                    |
| Comprender o funcionamento das redes neuronais artificiais                                                                | AP15                                | BP1<br>BP3<br>BP6<br>BP8<br>BP12<br>BP13<br>BP14<br>BP16 | CP1<br>CP2<br>CP3<br>CP4<br>CP7<br>CP8 |
| Ser capaz de deseñar modelos de aprendizaxe automática cuánticos con circuítos parametrizados e clasificación variacional | AP4<br>AP15                         | BP1<br>BP3<br>BP6<br>BP8<br>BP12<br>BP13<br>BP14<br>BP16 | CP1<br>CP2<br>CP3<br>CP4<br>CP7<br>CP8 |
| Comprender o funcionamento das máquinas de vectores de soporte                                                            | AP15                                | BP1<br>BP3<br>BP6<br>BP8<br>BP12<br>BP13<br>BP14<br>BP16 | CP1<br>CP2<br>CP3<br>CP4<br>CP7<br>CP8 |
| Ser capaz de deseñar mapas cuánticos de características e kernels                                                         | AP4<br>AP15                         | BP1<br>BP3<br>BP6<br>BP8<br>BP12<br>BP13<br>BP14<br>BP16 | CP1<br>CP2<br>CP3<br>CP4<br>CP7<br>CP8 |

| Contidos                                                            |          |
|---------------------------------------------------------------------|----------|
| Temas                                                               | Subtemas |
| 1. Introducción á aprendizaxe automática                            |          |
| 2. Redes neuronais artificiais                                      |          |
| 3. Circuítos cuánticos parametrizados para a aprendizaxe automática |          |
| 4. Máquinas de vectores de soporte e kernels                        |          |
| 5. Análise de compoñentes principais                                |          |

| Planificación |
|---------------|
|---------------|



| Metodoloxías / probas                                                                                                    | Competencias / Resultados               | Horas lectivas (presenciais e virtuais) | Horas traballo autónomo | Horas totais |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------|--------------|
| Sesión maxistral                                                                                                         | A4 A15 B13 C1 C2 C8                     | 10.5                                    | 15.75                   | 26.25        |
| Prácticas de laboratorio                                                                                                 | A4 A15 B1 B3 B6 B8 B12 B14 B16 C3 C4 C7 | 10.5                                    | 34.65                   | 45.15        |
| Proba obxectiva                                                                                                          | A4 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 empregando 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.<br>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 |
| Proba obxectiva          | A4 A15 B1 B3 B8 C1 C2 C3 C8             | Proba/s sobre contidos teórico-prácticos.                                       | 40            |
| Prácticas de laboratorio | A4 A15 B1 B3 B6 B8 B12 B14 B16 C3 C4 C7 | Entrega de prácticas baseadas nos coñecementos adquiridos nas clases maxistras. | 60            |

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



Porcentaxes concretas de avaliación de cada parte.

A avaliación da materia realizarase en dous partes: avaliación continua (prácticas) e proba obxectiva (parcial e/ou final).

Como se avalía o non presentado.

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.

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.

Plaxios

A 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

## Fontes de información

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Bibliografía básica</b>         | <ul style="list-style-type: none"><li>- Qiskit (2023). Quantum machine learning. <a href="https://qiskit.org/learn/course/machine-learning-course/">https://qiskit.org/learn/course/machine-learning-course/</a></li><li>- Maria Schuld, Francesco Petruccione (2021). Machine Learning with Quantum Computers, 2nd Ed.. Springer</li><li>- François Chollet (2021). Deep Learning with Python, 2nd Ed.. Manning</li><li>- Aurélien Géron (2019). Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow, 2nd Ed.. O'Reilly</li></ul> |
| <b>Bibliografía complementaria</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Qiskit (2023). Qiskit documentation. <a href="https://qiskit.org/documentation/">https://qiskit.org/documentation/</a></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

Ferramentas da Computación Cuántica/614551006

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