



Aplicaciones y casos  
de uso

**Máster Universitario en  
Computación Cuántica**



UNIVERSIDAD  
**NEBRIJA**

## GUÍA DOCENTE

**Asignatura:** Aplicaciones y casos de uso

**Titulación:** Máster Universitario en Computación Cuántica

**Carácter:** Obligatoria

**Idioma:** Castellano

**Modalidad:** Híbrida

**Créditos:** 6

**Curso:** 1º

**Semestre:** 2º

**Profesor:** Dr. D. Roberto Campos Ortiz, D. Francisco Sánchez Jiménez

### 1. COMPETENCIAS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE

#### 1.1. Competencias

##### Competencias básicas

- CB6 Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### Competencias generales

- CG1 Desarrollar la capacidad del aprendizaje autónomo con el fin de adaptarse a un entorno cambiante y con múltiples desafíos en el ámbito de la computación cuántica.
- CG2 Resolver problemas y tomar decisiones eficaces ante problemas planteados en el sector de la computación cuántica.
- CG3 Comunicarse de forma especializada, tanto oralmente como por escrito en el ámbito de la computación cuántica.
- CG4 Utilizar y sintetizar las diferentes fuentes de información para obtener resultados científicos y aplicarlos en el ámbito de la computación cuántica.
- CG5 Conocer y aplicar los conocimientos adquiridos en la resolución de problemas en entornos nuevos, asumiendo riesgos y aplicando un juicio crítico en el ámbito de la computación cuántica.
- CG6 Planificar y desarrollar tareas complejas, primando la toma de decisiones adecuadas y su adaptabilidad a los diferentes contextos en el ámbito de la computación cuántica.

### Competencias específicas

- CE10 Modificar, corregir y adaptar algoritmos cuánticos existentes para resolver un problema concreto dentro de un proyecto.
- CE15 Aplicar mecanismos de procesamiento cuántico sobre entornos de computación intensiva como redes neuronales, o mediante técnicas de Quantum Machine Learning.
- CE16 Proponer sistemas de comunicación y de criptografía utilizando conceptos de procesamiento cuántico.

## **1.2. Resultados de aprendizaje**

El estudiante al finalizar esta materia deberá:

- Entender el papel que juega el procesamiento cuántico como acelerador integrado en otras disciplinas como Machine Learning e Inteligencia Artificial. También Machine Learning como herramienta para gestionar los problemas intrínsecos de los procesadores cuánticos.
- Conocer las consecuencias que tiene la aplicación de algoritmos cuánticos a las técnicas de criptografía actuales.
- Comprender los principales experimentos realizados en el área de comunicaciones cuánticas.

## 2. CONTENIDOS

### 2.1. Requisitos previos

Ninguno.

### 2.2. Descripción de los contenidos

- La criptografía RSA.
- Protocolos de encriptación cuántica.
- Internet cuántica.
- Quantum Machine Learning.
- Computación Cuántica e Inteligencia Artificial.
- QIP – Programación Inspirada en Computación Cuántica (Quantum Inspire Programming).

### 2.3. Contenido detallado

**Presentación** de la asignatura

Explicación de la **guía docente**

#### **Tema 1. La criptografía RSA**

- El modelo Diffie-Hellman.
- Bases de la Criptografía RSA.
- Factorización de grandes números.
- Ataques a RSA.

#### **Tema 2. Protocolos de encriptación cuántica**

- El Protocolo BB84.
- El Protocolo E91.
- El Teorema de No-Clonado.
- Codificación densa.
- Teleportación cuántica.

#### **Tema 3. La Internet cuántica**

- Arquitecturas de redes cuánticas.
- Comunicaciones cuánticas.
- Proyectos y aplicaciones

**Tema 4. Quantum Machine Learning**

- Algoritmos Básicos para QML.
- Clasificación cuántica.
- Regresión cuántica.
- Máquinas vectoriales cuántica.
- Quantum Kernel.
- Aprendizaje cuántico supervisado.
- Aprendizaje cuántico no supervisado.

**Tema 5. Computación cuántica e inteligencia artificial**

- Redes cuántica neuronales.
- Circuitos variacionales cuánticos.

**Programación inspirada en computación cuántica**

- Optimización cuántica.
- Quantum Clustering.
- Quantum Solvers.
- Quantum Inspired Genetic Algorithms.

**2.4. Actividades dirigidas**

Durante el curso se realizarán varias actividades dirigidas en forma de trabajos orientados al aprendizaje y aplicación de los nuevos conceptos aprendidos o ampliación de éstos. Las actividades se desarrollarán de forma individual o en grupo.

**2.5. Actividades formativas**

| CÓDIGO | ACTIVIDAD FORMATIVA                   | HORAS | PORCENTAJE DE PRESENCIALIDAD |
|--------|---------------------------------------|-------|------------------------------|
| AF1    | Clases de teoría y práctica           | 45    | 10%                          |
| AF2    | Tutorías                              | 12    | 0%                           |
| AF3    | Seminarios y talleres prácticos       | 15    | 50%                          |
| AF4    | Estudio individual y trabajo autónomo | 72    | 0%                           |
| AF5    | Evaluación                            | 6     | 100%                         |

### 3. SISTEMA DE EVALUACIÓN

#### 3.1. Sistema de calificaciones

El sistema de calificaciones finales se expresará numéricamente del siguiente modo:

0 - 4,9 Suspenso (SS)

5,0 - 6,9 Aprobado (AP)

7,0 - 8,9 Notable (NT)

9,0 - 10 Sobresaliente (SB)

La mención de “matrícula de honor” se otorgará a estudiantes que hayan obtenido una calificación igual o superior a 9,0 puntos. Su número no podrá exceder del cinco por ciento de los estudiantes matriculados en la materia en el correspondiente curso académico, salvo que el número de estudiantes matriculados sea inferior a 20, en cuyo caso se podrá conceder una sola «Matrícula de Honor».

#### 3.2. Criterios de evaluación

##### Convocatoria ordinaria

| Sistemas de evaluación                | Porcentaje |
|---------------------------------------|------------|
| SE1. Asistencia y participación       | 10%        |
| SE2. Actividades académicas dirigidas | 30%        |
| SE3. Prueba final presencial          | 60%        |

##### Convocatoria extraordinaria

| Sistemas de evaluación                | Porcentaje |
|---------------------------------------|------------|
| SE2. Actividades académicas dirigidas | 40%        |
| SE3. Prueba final presencial          | 60%        |

#### 3.3. Restricciones

##### Calificación mínima

Para poder hacer media con las ponderaciones anteriores es necesario obtener al menos una calificación de 5,0 puntos en la prueba final presencial, tanto en convocatoria ordinaria como en extraordinaria.

En todo caso, la superación de cualquier asignatura está supeditada a aprobar las pruebas finales presenciales individuales correspondientes.

##### Asistencia

Para poder presentarse a la convocatoria ordinaria es necesario el contabilizar una asistencia mínima del 85% de las clases virtuales de la asignatura

### Normas de escritura

Se prestará especial atención en los trabajos, prácticas y proyectos escritos, así como en los exámenes tanto a la presentación como al contenido, cuidando los aspectos gramaticales y ortográficos. El no cumplimiento de los mínimos aceptables puede ocasionar que se resten puntos en dicho trabajo.

### **3.4. Advertencia sobre plagio**

La Universidad Antonio de Nebrija no tolerará en ningún caso el plagio o copia. Se considerará plagio la reproducción de párrafos a partir de textos de auditoría distinta a la del estudiante (Internet, libros, artículos, trabajos de compañeros...), cuando no se cite la fuente original de la que provienen. El uso de las citas no puede ser indiscriminado. El plagio es un delito.

En caso de detectarse este tipo de prácticas, se considerará falta grave y se podrá aplicar la sanción prevista en el reglamento del alumno.

## **4. BIBLIOGRAFÍA**

### Bibliografía básica

- Quantum Machine Learning – Peter Wittek - Elsevier AP - 2016 .
- Principles of quantum artificial intelligence– Andreas Wichert – Press World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. – 2013.

### Bibliografía recomendada

- Quantum Computation and Quantum Information – M. A. Nielsen, I. L. Chuang – Cambridge University Press – 2010.
- Hands-On Quantum Machine Learning With Python: Volume 1: Get Started – Frank Zickert – Amazon Digital Services LLC – Kdp – 2021.
- Hands-On Quantum Machine Learning With Python: Volume 2: Combinatorial Optimization – Frank Zickert – Amazon Digital Services LLC – 2023.
- Quantum Communications and Cryptography – Alexander V. Sergienko – CRC Press – 2005.