



Modelos de
programación
**Máster Universitario en
Computación Cuántica**



UNIVERSIDAD
NEBRIJA

GUÍA DOCENTE

Asignatura: Modelos de programación

Titulación: Máster Universitario en Computación Cuántica

Carácter: Obligatoria

Idioma: Castellano

Modalidad: Híbrida

Créditos: 6

Curso: 1º

Semestre: 1º

Profesor / Equipo docente: D^a. Patricia García Garrido, D. Antón Rodríguez Otero

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
- 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.

Competencias específicas

- CE6. Diseñar, componer y realizar circuitos cuánticos para su aplicación a problemas reales.
- CE7. Plantear y resolver funciones de coste asociadas a problemas de optimización.
- CE8. Identificar el modelo de programación para proyectos cuánticos más adecuado para la resolución de un problema.
- CE9. Comparar y traducir algoritmos entre distintos modelos de programación de proyectos cuánticos.

1.2. Resultados de aprendizaje

El estudiante al finalizar esta materia deberá:

- Componer circuitos lógicos utilizando las puertas cuánticas que forman un conjunto universal.
- Entender el funcionamiento de las operaciones que se realizan en un circuito cuántico.
- Entender la base algorítmica del modelo adiabático clásico y cuántico y ser capaz de identificar problemas resolubles bajo este paradigma.

2. CONTENIDOS

2.1. Requisitos previos

Ninguno.

2.2. Descripción de los contenidos

- Puertas lógicas en electrónica.
- Puertas lógicas cuánticas.
- Construcción de circuitos cuánticos básicos.
- El algoritmo del temple cuántico.
- El modelo de Ising.
- El modelo de computación cuántica adiabática.
- Creación de funciones de coste.
- Introducción a funciones QUBO.

2.3. Contenido detallado

Presentación de la asignatura

Explicación de la **guía docente**

Tema 1. Puertas lógicas en electrónica

- 1.1 Aritmética binaria.
- 1.2 Puertas lógicas.
- 1.3 Computación universal.

Tema 2. Puertas lógicas cuánticas

- 2.1 El Modelo de circuitos en Computación Cuántica.
- 2.2 Las puertas cuánticas.
- 2.3 Representación de Rotaciones en la Esfera de Bloch.
- 2.4 Estados de Bell: Entrelazamiento y control.

Tema 3. Diseño y construcción de circuitos cuánticos.

- 3.1 Construcciones básicas.
- 3.2 Teoremas de transformación.
- 3.3 El proceso de medida.

Tema 4. El algoritmo del Temple Cuántico

4.1 El algoritmo de simulación del Temple Clásico.

4.2 El algoritmo del Temple Cuántico.

Tema 5. El modelo de Ising

5.1 El modelo de Ising en estado sólido.

5.2 Aplicación al cómputo cuántico.

Tema 6. El modelo de computación cuántica adiabática

6.1 Hamiltonianos y modelos de Spin.

6.2 Modelo de Ising.

6.3 El efecto Túnel.

6.4 El teorema adiabático en el caso cuántico.

Tema 7. Creación de funciones de coste

7.1 Planteamiento de problemas de optimización.

7.2 La función de coste.

7.3 Ejemplos demostrativos.

Tema 8. Introducción a funciones QUBO

8.1 Reformulación de problemas.

8.2 Clasificación de problemas.

8.3 Problemas formulados mediante QUBO.

8.4 Desarrollos QUBO y computación cuántica.

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	10,8	0%
AF3	Seminarios y talleres prácticos	15	50%
AF4	Estudio individual y trabajo autónomo	72	0%
AF5	Evaluación	7,2	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 Computation and Quantum Information – M. A. Nielsen, I. L. Chuang – Cambridge University Press – 2010.
- Adiabatic Quantum Computation and Quantum Annealing. Theory and Practice – Catherine C. McGeoch – Morgan&Claypool Publishers – 2014.

Bibliografía recomendada

- Getting Started with the D-Wave System – D-Wave Systems Inc documentation. <https://docs.dwavesys.com/docs/latest/index.html> .
- D-Wave Problem Solving Handbook – D-Wave Systems Inc documentation. <https://docs.dwavesys.com/docs/latest/index.html>.