



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros
Informaticos

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

105000447 - Información Y Computación Cuántica

PLAN DE ESTUDIOS

10II - Grado En Ingeniería Informatica

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
4. Descripción de la asignatura y temario.....	3
5. Cronograma.....	5
6. Actividades y criterios de evaluación.....	7
7. Recursos didácticos.....	9
8. Otra información.....	10

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	105000447 - Información y Computación Cuántica
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Cuarto curso
Semestre	Séptimo semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	10II - Grado en Ingeniería Informática
Centro responsable de la titulación	10 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Informaticos
Curso académico	2022-23

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Vicente Martin Ayuso (Coordinador/a)	5210	vicente.martin@upm.es	Sin horario.
Antonio Tabernero Galan		antonio.tabernero@upm.es	Sin horario.
Juan Pedro Brito Mendez	5201	juanpedro.brito@upm.es	Sin horario.

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Competencias y resultados de aprendizaje

3.1. Competencias

CG-1/21 - Capacidad de resolución de problemas aplicando conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.

Ce 12/16 - Conocer los campos de aplicación de la informática, y tener una apreciación de la necesidad de poseer unos conocimientos técnicos profundos en ciertas áreas de aplicación; apreciación del grado de esta necesidad en, por lo menos, una situación.

Ce 13/18 - Comprender lo que pueden y no pueden conseguir las tecnologías actuales, y las limitaciones de la informática, que implica distinguir entre lo que, inherentemente, la informática no es capaz de hacer y lo que puede lograrse a través de la ciencia y la tecnología futuras.

Ce 17 - Conocer los temas informáticos avanzados de modo que permita a los alumnos vislumbrar y entender las fronteras de la disciplina, por medio de la inclusión de experiencias de aprendizaje que dirigen a los alumnos desde los temas elementales a los temas avanzados o los temas de los que se nutren los novísimos desarrollos.

Ce 19/20 - Conocimiento de los tipos apropiados de soluciones, y comprensión de la complejidad de los problemas informáticos y la viabilidad de su solución.

Ce 44 - Conocimiento de tecnologías punteras relevantes y su aplicación.

3.2. Resultados del aprendizaje

RA278 - Desarrollar la solución matemática y algorítmica mas apropiada a un problema informático que requiera un tratamiento especialmente complejo, analizando y exponiendo su viabilidad.

RA279 - Explicar cuales son los limites y fronteras de los fundamentos científicos de la informática, y la base de las nuevas tendencias y desarrollos y de los temas avanzados y su posible aplicación. Tanto para el Prácticum como para la Movilidad Internacional:

RA277 - Dado un problema real elegir la tecnología informática existente en el mercado mas apropiada para su solución y diseñar su desarrollo e integración, analizando la viabilidad de su solución, lo que se puede y no se puede conseguir a través del estado actual de desarrollo de la tecnología usada, y lo que se espera que avance en el futuro.

4. Descripción de la asignatura y temario

4.1. Descripción de la asignatura

El curso pretende dar una introducción al tema de la Información y Computación Cuántica desde un punto de vista de Ciencias de la Computación. Es éste un nuevo paradigma en computación que permite resolver problemas que clásicamente o bien son imposibles (como es el caso de la transmisión de claves con secreto garantizado) o con una complejidad computacional menor (como en el algoritmo de Grover, para búsquedas no dirigidas) que puede llegar a cambiar de orden de complejidad con respecto al mejor algoritmo clásico conocido (como el Algoritmo de Shor, que factoriza números en tiempo polinomial, rompiendo así los sistemas de clave pública habituales, como son la RSA, Diffie-Hellman o los basados en curvas elípticas). Un aspecto más desconocido, pero muy importante para la industria es su uso para resolver problemas de optimización, lo que tiene implicaciones desde farmacología a problemas de camino mínimo o para inteligencia artificial. Son estos últimos algoritmos los que han despertado el interés de gigantes en el mundo de la informática como Google, Microsoft o IBM. El curso acabará con un panorama de estos métodos y una breve descripción del hardware que se está usando para implementar los nuevos ordenadores cuánticos.

4.2. Temario de la asignatura

1. Conceptos fundamentales
 - 1.1. La información es física: qubits.
 - 1.2. Los fundamentos de la mecánica cuántica
 - 1.3. Computación cuántica
 - 1.4. Información cuántica
 - 1.5. Realizaciones experimentales de los conceptos y algoritmos fundamentales.
2. Comunicaciones cuánticas y Criptografía cuántica
 - 2.1. Ideas y algoritmos fundamentales en Criptografía Cuántica
 - 2.2. Criptografía cuántica en la práctica.
 - 2.3. Redes de Criptografía cuántica
3. Algoritmos fundamentales en Computación Cuántica
 - 3.1. Búsqueda Cuántica: Algoritmo de Grover.

- 3.2. Factorización: Algoritmo de Shor.
- 3.3. Otros algoritmos cuánticos
- 4. Ejemplos de Implementaciones físicas de la Computación Cuántica.

5. Cronograma

5.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Tema 1. Introduccion y Conceptos Fundamentales. Qubits Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Tema 1. Conceptos Fundamentales de la mecánica cuántica. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	Tema 1. Conceptos Fundamentales de la mecánica cuántica. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	Tema 1. Conceptos Fundamentales de la mecánica cuántica. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	Discusiones Primera parte Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			
6	Tema 2: Comunicaciones y Criptografía Cuántica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	Tema 2: Comunicaciones y Criptografía Cuántica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	Tema 3. Algoritmos Fundamentales Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	Tema 3. Algoritmos Fundamentales: Grover Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10	Tema 3. Algoritmos Fundamentales: Shor Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	Segunda parte: Discusiones Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			

12	Tema 3. Otros algoritmos Cuánticos Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas			
13	Tema 4: Implementaciones de la Computación Cuántica. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14				Presentación y desarrollo de los temas de discusión. Primera parte TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
15				Presentación y desarrollo de los temas de discusión. Primera/Segunda parte. Clase adicional de presentaciones. TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
16				Presentación y desarrollo de los temas de discusión. Segunda parte. TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
17				Examen Final - Teoría EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

6. Actividades y criterios de evaluación

6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

6.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
14	Presentación y desarrollo de los temas de discusión. Primera parte	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	50%	3 / 10	CG-1/21 Ce 12/16 Ce 13/18 Ce 17 Ce 19/20 Ce 44
15	Presentación y desarrollo de los temas de discusión. Primera/Segunda parte. Clase adicional de presentaciones.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	0%	0 / 10	
16	Presentación y desarrollo de los temas de discusión. Segunda parte.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	50%	3 / 10	CG-1/21 Ce 12/16 Ce 13/18 Ce 17 Ce 19/20 Ce 44

6.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen Final - Teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	100%	5 / 10	Ce 44 Ce 19/20 Ce 13/18 Ce 12/16 CG-1/21 Ce 17

6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	Ce 13/18 Ce 12/16 Ce 44 Ce 19/20 CG-1/21 Ce 17

6.2. Criterios de evaluación

El método de evaluación de la asignatura es el de evaluación progresiva. Conforme a la normativa UPM, se admite también el método de evaluación global para aquellos alumnos que así lo deseen.

Evaluación progresiva:

La calificación se obtendrá mediante la presentación ante la clase de dos trabajos/proyectos y los correspondientes informes/memorias, que serán realizados individualmente o por grupos con un máximo de dos componentes y subidas a Moodle. Estas presentaciones y entregas se harán al final de la asignatura, por lo que no son recuperables. El estudiante que no las supere deberá presentarse a la prueba de evaluación global.

Las presentaciones serán breves (10-15 min.) y la consiguiente discusión del tema presentado por la clase. Los temas concretos de discusión se asignan durante las clases de la asignatura y también pueden ser propuestos por los estudiantes. Se evaluará positivamente tanto que el tema sea propuesto por los estudiantes como el que levante el interés de la clase y sea discutido por todos. Las presentaciones tendrán lugar en las clases establecidas al respecto aunque, dependiendo del número de estudiantes, el desarrollo del curso y siempre que esté acordado por los que realizarán la presentación, podrá realizarse durante otras clases. Los temas serán elegidos en clase por los estudiantes de la lista de trabajos disponibles. Es posible para el estudiante proponer el tema de trabajo, siempre y cuando pertenezca al temario de la asignatura o esté claramente relacionado con ella.

En este caso deberá contar con la aprobación del profesor. Tras la asignación del tema, el grupo deberá presentar un guión, durante las dos semanas siguientes como máximo y de unos dos folios de extensión donde hará un desarrollo previo, incluyendo bibliografía. Las propuestas serán discutidas en clase y los estudiantes deberán corregir los guiones de acuerdo a los resultados de las discusiones. Estas clases se anunciarán con antelación. Durante las clases de discusión de los guiones previos, los estudiantes podrán apoyarse en material adicional, como transparencias, programas, etc. para explicar su esquema de guión. Las transparencias usadas durante la presentación así como cualquier material que el grupo considere necesario para su correcta comprensión y evaluación se subirán a Moodle en la correspondiente entrega.

Evaluación Global: de acuerdo con la normativa de evaluación (artículo 12.1.2) de la universidad, los estudiantes que no hayan superado la asignatura con las pruebas de evaluación progresiva, podrán presentarse a una prueba de evaluación global que sustituye todas las pruebas de evaluación progresiva. Esta evaluación global consistirá en un examen de teoría y la solución de problemas propuestos. Se realizará en las fechas establecidas por jefatura de estudios.

Del mismo modo, acorde a la normativa de la universidad, se establece el **Examen Extraordinario de Julio:** una convocatoria extraordinaria que consiste en un examen del mismo tipo. Se realizará en las fechas establecidas por jefatura de estudios.

7. Recursos didácticos

7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Nielsen, Chuang. Quantum Computation and Quantum Information. Cambridge University Press, 2000.	Bibliografía	
Artículos selectos introductorios en Arxiv.org. (por ejemplo, para criptografía cuántica: http://arxiv.org/abs/quant-ph/9811056 http://arxiv.org/abs/quant-ph/0102016	Bibliografía	

Rieffel, Polak Quantum Computing A Gentle Introduction. MIT Press 2011	Bibliografía	
Libro del curso de Preskill Computer Science 219: ?Quantum Computation en Caltech: http://www.theory.caltech.edu/~preskill/ph219/index.html#lecture	Recursos web	
Articulos especializados y de divulgacion sobre temas diversos del curso.	Bibliografía	Articulos especializados y de divulgacion sobre temas diversos del curso. Estaran disponibles en Moodle o accesibles públicamente en la web.
Transparencias y otro material de clase.	Recursos web	Transparencias usadas en clase y otro material del curso. Disponibles en Moodle
Quantum Mechanics: The theoretical minimum	Bibliografía	Leonard Susskind y Art Friedman. Basic Books, 2014. Un libro simple pero suficientemente serio para empezar a estudiar mecánica cuántica. Muy ameno (y barato)

8. Otra información

8.1. Otra información sobre la asignatura