



GUÍA DOCENTE

COMPUTACIÓN CUÁNTICA

DOBLE GRADO EN FÍSICA COMPUTACIONAL E INGENIERÍA DEL SOFTWARE

MODALIDAD: PRESENCIAL

CURSO ACADÉMICO: 2026-2027

Denominación de la asignatura:	Computación Cuántica
Titulación:	DOBLE GRADO EN FÍSICA COMPUTACIONAL E INGENIERÍA DEL SOFTWARE
Facultad o Centro:	Centro Universitario de Tecnología y Arte Digital
Materia:	Aplicaciones Avanzadas
Curso:	5
Cuatrimestre:	1
Carácter:	OB
Créditos ECTS:	6
Modalidad/es de enseñanza:	Presencial
Idioma:	Castellano
Profesor/a - email	Sonia Merayo González / sonia.merayo@u-tad.com
Página Web:	http://www.u-tad.com/

DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

Descripción de la materia

Esta asignatura se encuentra integrada dentro de la materia de aplicaciones avanzadas. La implementación de los conceptos aprendidos a lo largo de la carrera a elementos prácticos, desde la simulación de fluidos computacional hasta los fundamentos de la computación cuántica, son de gran importancia para dotar al físico computacional de unos objetivos en los que aplicar los conceptos aprendidos previamente.

Descripción de la asignatura

Computación Cuántica es una asignatura innovadora que explora los principios de la física cuántica aplicados al procesamiento de información. A diferencia de la computación clásica, que utiliza bits como unidades básicas de información, la computación cuántica emplea qubits, que pueden existir en superposición de estados, lo que permite realizar cálculos simultáneamente en múltiples configuraciones. Los estudiantes aprenden conceptos clave como la superposición, el entrelazamiento cuántico y la interferencia, que son la base para el diseño de algoritmos cuánticos eficientes, como el algoritmo de Shor para la factorización de números grandes y el algoritmo de Grover para la búsqueda en bases de datos. Además, se abordan los modelos de computación cuántica, como el circuito cuántico y el adiabático, y los desafíos prácticos relacionados con la corrección de errores y la decoherencia. La asignatura es crucial para comprender el

potencial transformador de la computación cuántica en campos como la criptografía, la simulación de sistemas cuánticos y la inteligencia artificial.

COMPETENCIAS Y RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA MATERIA

Competencias (genéricas, específicas y transversales)

BÁSICAS Y GENERALES

CG1 - Poseer conocimientos en el área de las Ciencias Físicas y Matemáticas a partir de la base de la educación secundaria general,

a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos

procedentes de la vanguardia del estudio de la Física Computacional y la Ciencia de Datos.

CG2 - Aplicar los conocimientos físicos y computacionales de una forma profesional y poseer las competencias que suelen

demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas en el ámbito de la Física

Computacional.

CG3 - Reunir e interpretar datos relevantes, en el ámbito de la Física y de la Computación, para emitir juicios que incluyan una

reflexión sobre temas relevantes de índole computacional, social, científica o ética.

CG7 - Utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos y de Internet.

CB1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la

educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también

algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio

CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las

competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de

su área de estudio

CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio)

para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética

CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no

especializado

CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores

con un alto grado de autonomía

TRANSVERSALES

CT3 - Conocer los fundamentos hardware y software de los computadores y las redes de comunicación, así como los principios de

almacenamiento y computación en la nube junto con su utilidad y aplicación a los proyectos de desarrollo de la economía digital.

CT4 - Actualizar el conocimiento adquirido en el manejo de herramientas y tecnologías digitales en función del estado actual del

sector y de las tecnologías empleadas.

ESPECÍFICAS

CE3 - Comprender y manejar los conceptos básicos sobre las leyes generales de la física (mecánica, electromagnetismo, estadística,

cuántica) y entender sus aplicaciones prácticas en la ingeniería.

CE10 - Comprender los procesos de experimentación, simularlos numéricamente y analizar sus resultados.

CE12 - Comprender y manejar los conceptos fundamentales de la Física Cuántica y su aplicación en la computación cuántica.

CE13 - Comprender y manejar los fenómenos electromagnéticos y ópticos.

CE14 - Comprender y manejar los principios de la Física Estadística y su utilidad para la simulación de sistemas clásicos y

cuánticos.

CE15 - Comprender y manejar los principios de la Mecánica de Fluidos para su uso en simulación de sistemas hidráulicos,

aerodinámica y máquinas térmicas.

CE19 - Comprender los principios de optimización de las aplicaciones informáticas para poder realizar simulaciones en tiempo real

o casi real.

Resultados de aprendizaje

Estudiar la manifestación experimental de los conceptos electromagnéticos.

Estudiar la manifestación experimental de conceptos de Mecánica.

Conocer la importancia de la mecánica de fluidos y sus aplicaciones. Conocer la definición de fluido y sus propiedades. Usar el concepto de medio

continuo. Conocer la definición de fluido y los tipos de flujos. Analizar sus propiedades físicas. Evaluar las fuerzas sobre el fluido.

Ser capaz de resolver las ecuaciones de Navier-Stokes para flujos simples. Comprender la diferencia entre alto y bajo número de Reynolds. Comprender

el concepto de fluido ideal y saber aplicarlo a situaciones sencillas.

Conocer los conceptos básicos de la estática de fluidos. Establecer las condiciones de equilibrio en un fluido. Emplear la ecuación fundamental de la

hidrostática y determinar sus condiciones de contorno.

Conocer y comprender la dinámica y cinemática de los fluidos. Conocer el tensor de esfuerzos y los fenómenos de transporte. Saber caracterizar el

movimiento de un fluido mediante sus ecuaciones de comportamiento, tanto desde un punto de vista integral como diferencial: conservación de la masa,

cantidad de movimiento, momento cinético y energía.

Entender el flujo externo sobre cuerpos. Saber determinar las fuerzas que experimenta un objeto inmerso en el flujo de un fluido. Conocer las ecuaciones

de la capa límite. Conocer y comprender el flujo compresible.

Comprender y manejar los principios de la Mecánica de Fluidos para su uso en simulación de sistemas hidráulicos, aerodinámica y máquinas térmicas.

Comprender los principios de optimización de las aplicaciones informáticas para poder realizar simulaciones en tiempo real o casi real.

Entender el concepto de Qbit y puerta lógica cuántica Conocer los principales soportes físicos de la computación cuántica Entender los principales algoritmos

cuánticos y simularlos mediante software con el framework Qiskit.

Estudiar la aplicación de los principios físicos en la simulación gráfica y aplicaciones inmersivas y construir prototipos computacionales.

CONTENIDO

- Coexistencia de alternativas y superposición cuántica: concepto de qubit. Formulación matricial de Dirac. Matriz de densidad.

- Circuitos de computación cuánticos. El qubit. Operaciones con qubits. Puertas cuánticas.

- Puerta de Hadamard y paralelismo cuántico: operaciones simultáneas
- Sistemas de almacenamiento qubit: trampa de iones y láseres, fotones y polarizadores, espines y campos magnéticos.
- Teorema de Bell. Sistemas cuánticos y entrelazado.
- Algoritmos cuánticos. Algoritmo de Deutsch. Transformada de Fourier cuántica. Algoritmo de Shor. Algoritmo de búsqueda de Grover.
- Información cuántica. Ruido cuántico. Operaciones cuánticas. Corrección cuántica de errores. Información cuántica y la entropía de Shannon.
- Compresión cuántica de datos.
- Criptografía cuántica. El protocolo "one time pad" y generación cuántica de claves. RSA y el algoritmo cuántico de Shor.
- Computación cuántica con el paquete Qiskit

TEMARIO

Tema 1: Conceptos fundamentales. Superposición cuántica.

Tema 2: Circuitos de computación cuánticos. El qubit. Operaciones con qubits. Puertas cuánticas.

Tema 3: Puerta de Hadamard y paralelismo cuántico.

Tema 4: Sistemas de almacenamiento qubit.

Tema 5: Teorema de Bell. Sistemas cuánticos y entrelazado.

Tema 6: Algoritmos cuánticos.

Tema 7: Información cuántica.

Tema 8: Compresión cuántica de datos.

Tema 9: Criptografía cuántica.

Tema 10: Computación cuántica con el paquete Qiskit

ACTIVIDADES FORMATIVAS Y METODOLOGÍAS DOCENTES

Actividades formativas

Actividad Formativa	Horas totales	Horas presenciales
---------------------	---------------	--------------------

<i>Clases teóricas / Expositivas</i>	30	100
<i>Clases Prácticas</i>	24	100
<i>Tutorías</i>	4	50
<i>Estudio independiente y trabajo autónomo del alumno</i>	57	0
<i>Elaboración de trabajos (en grupo o individuales)</i>	29	0
<i>Actividades de Evaluación</i>	6	100

Metodologías docentes

MD1 Clase Teoría

MD2 Prácticas

MD3 Prácticas de Laboratorio

MD4 Tutorías

DESARROLLO TEMPORAL

UNIDADES DIDÁCTICAS / TEMAS

PERÍODO TEMPORAL

Tema 1: Semanas 1,2

Tema 2: Semana 3

Tema 3: Semanas 4,5

Tema 4: Semana 6

Tema 5: Semana 7

Tema 6: Semanas 8,9

Tema 7: Semanas 10,11

Tema 8: Semana 12

Tema 9: Semanas 13,14

Tema 10: Semana 15

SISTEMA DE EVALUACIÓN

ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN	VALORACIÓN MÍNIMA RESPECTO A LA CALIFICACIÓN FINAL (%)	VALORACIÓN MÁXIMA RESPECTO A LA CALIFICACIÓN FINAL (%)
<i>Evaluación de la participación en clase, en prácticas o en proyectos de la asignatura</i>	0	30
<i>Evaluación de trabajos, proyectos, informes, memorias</i>	30	60
<i>Prueba Objetiva</i>	30	60

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE EVALUACIÓN

ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN	CONVOCATORIA ORDINARIA	CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA
<i>Evaluación de la participación en clase, en prácticas o en proyectos de la asignatura</i>	10	10
<i>Evaluación de trabajos, proyectos, informes, memorias</i>	40	40
<i>Prueba Objetiva</i>	50	50

Consideraciones generales acerca de la evaluación

- La evaluación de la participación en clase se realizará a partir de la asistencia y la participación activa en clase y en el resto de las actividades desarrolladas durante el curso, así como el aprovechamiento del tiempo de clase. Este aspecto representará el 10% de la calificación final de la asignatura.
- A lo largo del curso se plantearán actividades, ejercicios y memorias que deberán ser realizadas en clase o entregadas antes de la fecha indicada a través de la plataforma virtual. Este trabajo se evaluará a través de la propia plataforma virtual y supondrá un 40% de la calificación final de la asignatura en la convocatoria ordinaria. La presentación tardía de dichas entregas supondrá una penalización en la nota. No se permitirá la entrega de ninguna actividad con retraso de más de una semana.
- A mitad de cuatrimestre se realizará el examen del primer parcial, que será liberatorio si así lo desea el alumno con la condición de obtener al menos una calificación de 4.0 en dicho examen. Aquellos alumnos que no superen esa nota o que decidan descartarla voluntariamente, deberán realizar sendos exámenes

correspondientes a los dos parciales en la fecha asignada para la convocatoria ordinaria de junio. Los dos exámenes parciales representarán el 50% de la calificación final en la convocatoria ordinaria.

- Para aprobar la asignatura en la convocatoria ordinaria, es imprescindible que la nota final (incluyendo los exámenes parciales, las problemas y actividades a entregar y la participación) sea al menos 5.0 (sobre 10). Además de ese requisito, es necesario que la media de los exámenes parciales sea al menos 5.0 (sobre 10), donde la calificación de cada examen parcial debe ser obligatoriamente superior o igual a 4.0 (sobre 10). En caso de no cumplirse alguno de estos requisitos, la asignatura se considerará automáticamente suspensa independientemente del resto de calificaciones.
- En caso de no conseguir el aprobado en la convocatoria de junio, el alumno podrá presentarse a la convocatoria extraordinaria. En esta convocatoria se mantendrán los porcentajes de la convocatoria ordinaria, con las siguientes particularidades:
 - La calificación de la participación será la obtenida para la convocatoria ordinaria.
 - La prueba objetiva constará de un único examen, cuya calificación deberá ser, como mínimo, de 5.0, para poder aprobar la asignatura (además de la condición natural de que la nota final sea igual o mayor que 5.0 sobre 10).
 - Si el alumno ha obtenido una nota de suspenso en la evaluación continua y desea recuperarla, debe ponerse en contacto con el profesor para recibir las instrucciones específicas para ello.
 - En los exámenes no se permite el uso de apuntes ni de calculadoras científicas programables.
 - No se conservarán calificaciones de ningún tipo entre distintos cursos académicos.

BIBLIOGRAFÍA / WEBGRAFÍA

Bibliografía Básica

- Jean Pierre Deschamps. Computación Cuántica. Circuitos y Algoritmos. (Marcombo, 2023)

Bibliografía Recomendada:

- David Moisés Terán Pérez. Introducción a la Computación Cuántica para Ingenieros (Alfaomega, 2012)
- Hiu Yung Wong. Introduction to Quantum Computing. (Springer, 2023)

MATERIALES, SOFTWARE Y HERRAMIENTAS NECESARIAS

Tipología del aula

Aula teórica

Equipo de proyección y pizarra

Materiales:

Ordenador personal .

Cuaderno o tablet para tomar apuntes.

Software:

-