UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Guia docente					
Datos Identificativos					2023/24
Asignatura (*)	Métodos Numéricos en Computación Cuántica		Código		614551025
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica				
Descriptores					
Ciclo	Periodo	Curso	Tipo		Créditos
Máster Oficial	2º cuatrimestre	Primero	Optativa		3
Idioma	Castellano				
Modalidad docente	Presencial				
Prerrequisitos					
Departamento	Matemáticas				
Coordinador/a	Vazquez Cendon, Carlos		Correo electrónico	carlos.vazquez.cendon@udc.es	
Profesorado	Vazquez Cendon, Carlos		Correo electrónico	carlos.vazquez.cendon@udc.es	
Web	n9.cl/ikre8				
Descripción general	La aplicación de la Computación Cuántica a los problemas de simulación numérica de procesos y productos es muy prometedora aunque, actualmente, se requiere el avance de la tecnología de los ordenadores cuánticos para abordar la complejidad de los problemas que surgen en las aplicaciones reales en distintas disciplinas. Por otro lado, las prestaciones de la Computación Cuántica necesitan en muchas ocasiones un rediseño de los métodos numéricos clásicos, o la construcción de nuevos métodos, para que resulten eficientes. En esta asignatura se hará una introducción a los algoritmos cuánticos relacionados con distintos problemas que resuelven los métodos numéricos, como los relacionados con funciones de una variable, las aproximaciones en cálculo numérico matricial, la optimización numérica y la simulación. Además de explicar los problemas que abordan los métodos numéricos y algunos algoritmos que se manejan en Computación Cuántica para resolverlos, se realizará la implementación práctica de dichos algoritmos.				

Competencias / Resultados del título	
Código	Competencias / Resultados del título
A4	CON_04: Tener conocimientos de computación cuántica, algoritmia, circuitos, su programación en diferentes lenguajes y plataformas accesibles.
A14	CON_14: Tener conocimientos de conjuntos de problemas en los que la computación cuántica en su estadio de desarrollo actual puede ofrecer una ventaja sobre la clásica: química, biología, optimización, logística, finanzas, etc.
B1	HD01 Analizar y descomponer un concepto complejo, examinar cada parte y observar cómo encajan entre sí
B3	HD03 Comparar y contrastar y señalar las similitudes y diferencias entre dos o más temas o conceptos
B6	HD11 Elaborar de forma precisa las preguntas relevantes a un problema concreto.
B8	HD13 Improvisar soluciones de una manera novedosa para resolver un problema.
B12	HD23 Comunicarse utilizando las normas esperadas para el medio elegido.
B13	HD24 Participar activamente en la actividad presencial en el aula.
B14	HD31 Asignar recursos y responsabilidades de forma que todos los miembros de un equipo puedan trabajar de manera óptima
B16	HD33 Establecer metas para que el grupo analice la situación, decida qué resultado se desea y establezca claramente un objetivo alcanzable
C1	C1. Expresarse correctamente, tanto de forma oral como escrita, en las lenguas oficiales de la comunidad autónoma.
C2	C2. Dominar la expresión y la comprensión de forma oral y escrita de un idioma extranjero.
C3	C3. Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida.
C4	C4. Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía respetuosa con la cultura democrática, los derechos humanos y la perspectiva de género.
C7	C7. Desarrollar la capacidad de trabajar en equipos interdisciplinares o transdisciplinares, para ofrecer propuestas que contribuyan a un desarrollo sostenible ambiental, económico, político y social.
C8	C8. Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad.

Resultados de aprendizaje			
Resultados de aprendizaje	Competencias / Resultados del título		
Conocer el estado del arte del uso de la computación cuántica para desarrollar métodos numéricos	AP4 AP14	BP1 BP3 BP6 BP8 BP12 BP13 BP14 BP16	CP1 CP2 CP3 CP4 CP7 CP8
Conocer los algoritmos cuánticos relacionados con funciones de una variable, cálculo numérico matricial, métodos numéricos de optimización y simulación numérica y estocástica	AP4 AP14	BP1 BP3 BP6 BP8 BP12 BP13 BP14 BP16	CP1 CP2 CP3 CP4 CP7 CP8
Saber implementar los métodos numéricos en simuladores de ordenadores cuánticos	AP4 AP14	BP1 BP3 BP6 BP8 BP12 BP13 BP14 BP16	CP1 CP2 CP3 CP4 CP7 CP8

Contenidos	
Tema	Subtema
1. Introducción a los Métodos Numéricos en Computación Cuántica	
2. Métodos numéricos cuánticos en funciones de una variable	
3. Algoritmos cuánticos de cálculo numérico matricial	
4. Algoritmos cuánticos de métodos numéricos de optimización	
5. Algoritmos cuánticos de simulación numérica y estocástica	

Planificación				
Metodologías / pruebas	Competencias / Resultados	Horas lectivas (presenciales y virtuales)	Horas trabajo autónomo	Horas totales
Sesión magistral	A4 A14 B1 B3 B6 B8 B12 B13 B14 B16 C1 C2 C3 C4 C7 C8	11	0	11
Prácticas a través de TIC	A4 A14 B1 B3 B6 B8 B12 B13 B14 B16 C1 C2 C3 C4 C7 C8	4	10	14

Estudio de casos	A4 A14 B1 B3 B6 B8 B12 B13 B14 B16 C1 C2 C3 C4 C7 C8	2	8	10
Solución de problemas	A4 A14 B1 B3 B6 B8 B12 B14 B16 C1 C2 C3 C4 C7 C8	4	10	14
Trabajos tutelados	A4 A14 B1 B3 B6 B8 B12 B14 B16 C1 C2 C3 C4 C7 C8	0	20	20
Atención personalizada		6	0	6
(*)Los datos que aparecen en la tabla de planificación són de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de los alumnos				

Metodologías	
Metodologías	**Descripción**
Sesión magistral	Exposición en el aula de los contenidos de la materia
Prácticas a través de TIC	Programación y uso de simuladores para resolver ejemplos
Estudio de casos	Presentación de casos de uso que plantean algoritmos cuánticos para diferentes métodos numéricos
Solución de problemas	Se plantean al alumno problemas que debe resolver individualmente o en grupo
Trabajos tutelados	Se proponen al alumno trabajos para elaborar individualmente o en grupo, de los que se hace seguimiento con atención personalizada cuando sea necesaria

Atención personalizada	
Metodologías	**Descripción**
Trabajos tutelados	Se hace un seguimiento del trabajo tutelado, dando orientaciones y recomendaciones para su desarrollo

Evaluación			
Metodologías	**Competencias / Resultados**	**Descripción**	**Calificación**
Solución de problemas	A4 A14 B1 B3 B6 B8 B12 B14 B16 C1 C2 C3 C4 C7 C8	Se plantean problemas de mayor o menor complejidad para realizar individualmente o en grupo, que pueden conllevar manejo de simuladores. El estudiante entregará un documento con su resolución.	50
Trabajos tutelados	A4 A14 B1 B3 B6 B8 B12 B14 B16 C1 C2 C3 C4 C7 C8	Se plantea trabajos tutelados para realizar individualmente o en grupo, dependiendo de la complejidad. El estudiante debe entregar una breve memoria sobre el trabajo realizado y realizar una breve exposición oral sobre el mismo, respondiendo a las preguntas del profesor.	50

Observaciones evaluación

Fuentes de información	
Básica	- García-Ripoll, J.J. (2021). Quantum-inspired algorithms for multivariate analysis: from interpolation to partial differential equations. Quantum 5, 431 - Gómez, A., Leitao Rodriguez, A., Manzano, A., Nogueiras, M., Ordoñez, G., Vázquez, C. (2022). A survey on quantum computational finance for derivatives pricing and VaR. Archives of Computational Methods in Engineering, 29, 4137?4163. - Hadfield, S.A. (2018). Quantum algorithms for scientific computing and approximmate optimization. PhD Thesis, Columbia University

Complementária	

Recomendaciones
Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente
Herramientas de la Computación Cuántica/614551006 Arquitecturas de la Computación Cuántica/614551022 Programación e Implementación de Algoritmos Cuánticos/614551007 Computación Cuántica y Computación de Altas Prestaciones/614551009 Introducción a la Computación Cuántica/614551004
Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente
Computación Cuántica y Aprendizaje Máquina/614551008 Sistemas Cuánticos Basados en Reglas/614551029
Asignaturas que continúan el temario
Trabajo Fin de Máster/614551033 Aplicaciones Prácticas de la Computación Cuántica/614551010
Otros comentarios

(*) La Guía Docente es el documento donde se visualiza la propuesta académica de la UDC. Este documento es público y no se puede modificar, salvo cosas excepcionales bajo la revisión del órgano competente de acuerdo a la normativa vigente que establece el proceso de elaboración de guías