



Guía Docente

Guía Docente				
Datos Identificativos			2024/25	
Asignatura (*)	Métodos Numéricos en Computación Cuántica	Código	614551025	
Titulación	Máster Universitario en Ciencia e Tecnoloxías de Información Cuántica			
Descriptor				
Ciclo	Período	Curso	Tipo	Créditos
Mestrado Oficial	2º cuadrimestre	Primeiro	Optativa	3
Idioma	Castelán			
Modalidade docente	Presencial			
Prerrequisitos				
Departamento	Matemáticas			
Coordinación	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			
Descrición xeral	A aplicación da Computación Cuántica a problemas de simulación numérica de procesos e produtos é moi prometedora, aínda que na actualidade é necesario o avance da tecnoloxía da computación cuántica para abordar a complexidade dos problemas que xorden en aplicacións reais en diferentes disciplinas. Por outra banda, os beneficios da computación cuántica requiren moitas veces un redeseño dos métodos numéricos clásicos, ou a construción de novos métodos, para que sexan eficientes. Nesta materia farase unha introdución aos algoritmos cuánticos relacionados con diferentes problemas que resolven os métodos numéricos, como os relacionados con funcións dunha variable, aproximacións en cálculo numérico matricial, optimización numérica e simulación. Ademais de explicar os problemas abordados polos métodos numéricos e algúns algoritmos que se empregan en Computación Cuántica para resolvelos, realizarase a implementación práctica destes algoritmos.			

Competencias / Resultados do título

Código	Competencias / Resultados do título
A4	CON_04 Ter coñecementos de computación cuántica, algoritmos, circuítos, a súa programación en diferentes linguaxes e plataformas accesibles.
A14	CON_14 Ter coñecemento de conxuntos de problemas nos que a computación cuántica na súa fase actual de desenvolvemento pode ofrecer unha vantaxe sobre a computación clásica: química, bioloxía, optimización, lóxística, finanzas, etc.
B1	HD01 Analiza e desglosa un concepto complexo, examina cada parte e mira como encaixan
B3	HD03 Comparar e contrastar e sinalar semellanzas e diferenzas entre dous ou máis temas ou conceptos
B6	HD11 Elaborar con precisión as preguntas relevantes para un problema concreto
B8	HD13 Improvisar solucións dun xeito innovador para resolver un problema
B12	HD23 Comuníquese utilizando as normas esperadas para o medio elixido.
B13	HD24 Participar activamente na actividade presencial na aula.
B14	HD31 Asignar recursos e responsabilidades para que todos os membros dun equipo poidan traballar de forma óptima
B16	HD33 Establecer obxectivos para que o grupo analice a situación, decida que resultado se desexa e estableza claramente un obxectivo alcanzable.
C1	C1. Expresarse correctamente, tanto de forma oral como escrita, nas linguas oficiais da comunidade autónoma.
C2	C2. Dominar a expresión e a comprensión de forma oral e escrita dun idioma estranxeiro.
C3	C3. Utilizar as ferramentas básicas das tecnoloxías da información e as comunicacións (TIC) necesarias para o exercicio da súa profesión e para a aprendizaxe ao longo da súa vida.
C4	C4. Desenvolverse para o exercicio dunha cidadanía respectuosa coa cultura democrática, os dereitos humanos e a perspectiva de xénero.
C7	C7. Desenvolver a capacidade de traballar en equipos interdisciplinares ou transdisciplinares, para ofrecer propostas que contribúan a un desenvolvemento sostible ambiental, económico, político e social.
C8	C8. Valorar a importancia que ten a investigación, a innovación e o desenvolvemento tecnolóxico no avance socioeconómico e cultural da sociedade.



Resultados da aprendizaxe			
Resultados de aprendizaxe	Competencias / Resultados do título		
Coñecer o estado da arte do uso da computación cuántica para desenvolver métodos numéricos	AP4	BP1	CP1
	AP14	BP3	CP2
		BP6	CP3
		BP8	CP4
		BP12	CP7
		BP13	CP8
		BP14	
		BP16	
Coñecer os algoritmos cuánticos relacionados con funcións dunha variable, cálculo numérico matricial, métodos numéricos de optimización e simulación numérica e estocástica.	AP4	BP1	CP1
	AP14	BP3	CP2
		BP6	CP3
		BP8	CP4
		BP12	CP7
		BP13	CP8
		BP14	
		BP16	
Saber programar métodos numéricos en simuladores informáticos cuánticos	AP4	BP1	CP1
	AP14	BP3	CP2
		BP6	CP3
		BP8	CP4
		BP12	CP7
		BP13	CP8
		BP14	
		BP16	

Contidos	
Temas	Subtemas
1. Introducción aos métodos numéricos	
2. Métodos numéricos cuánticos en funcións dunha variable	- Algoritmos cuánticos para operacións aritméticas - Algoritmos cuánticos para algunhas funcións básicas
3. Algoritmos cuánticos para cálculo numérico matricial	
4. Algoritmos cuánticos para simulación numérica e estocástica	
5. Algoritmos cuánticos de optimización	

Planificación				
Metodoloxías / probas	Competencias / Resultados	Horas lectivas (presenciais e virtuais)	Horas traballo autónomo	Horas totais
Sesión maxistral	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



Estudo 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
Traballos tutelados	A4 A14 B1 B3 B6 B8 B12 B14 B16 C1 C2 C3 C4 C7 C8	0	20	20
Atención personalizada		6	0	6
*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientativo, considerando a heteroxeneidade do alumnado				

Metodoloxías	
Metodoloxías	Descrición
Sesión maxistral	Exposición na aula dos contidos da materia
Prácticas a través de TIC	Programación e uso de simuladores para resolver exemplos
Estudo de casos	Presentación de casos de uso que propoñen algoritmos cuánticos para diferentes métodos numéricos
Solución de problemas	Ofrécense ao alumno problemas para resolver individualmente ou en grupo
Traballos tutelados	Os alumnos reciben traballos para preparar individualmente ou en grupo, que son supervisados ??cunha atención personalizada cando sexa necesario

Atención personalizada	
Metodoloxías	Descrición
Traballos tutelados	Realízase un seguimento do traballo supervisado, dando orientacións e recomendacións para o seu desenvolvemento

Avaliación			
Metodoloxías	Competencias / Resultados	Descrición	Cualificación
Solución de problemas	A4 A14 B1 B3 B6 B8 B12 B14 B16 C1 C2 C3 C4 C7 C8	Proponse problemas de maior ou menor complexidade para realizarse individualmente ou en grupo, que poden implicar o manexo de simuladores. O alumno entregará un documento coa súa resolución	50
Traballos tutelados	A4 A14 B1 B3 B6 B8 B12 B14 B16 C1 C2 C3 C4 C7 C8	Proponse traballos supervisados ??para realizarse individualmente ou en grupo, segundo a complexidade. O alumno deberá entregar un breve informe sobre o traballo realizado e facer unha breve exposición oral sobre o mesmo, respondendo ás preguntas do profesor	50

Observacións avaliación

Fontes de información



Bibliografía básica	- Bansal, K. et al. (2020). A novel approach to basic arithmetic operations in quantum computing. Preprint - Cao, Y., Papageorgiou, A., Petras, I., Traub, J., Kai, S. (2012). Quantum algorithm and circuit design solving the Poisson equation. Preprint - Cui, X., Shi, Y. (2020). QBLAS: A quantum basic algebra and simulation library. preprint - 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 approximate optimization. PhD Thesis, Columbia University - Harrow, A.W., Hadssidim, A. Lloyd, S. (2009). Quantum algorithm for linear systems of equations. Physical Review Letters, 15(103):150502.
Bibliografía complementaria	

Recomendacións
Materias que se recomenda ter cursado previamente
Ferramentas da Computación Cuántica/614551006 Arquitecturas da Computación Cuántica/614551022 Programación e Implementación de Algoritmos Cuánticos/614551007 Computación Cuántica e Computación de Altas Prestacións/614551009 Introdución á Computación Cuántica/614551004
Materias que se recomenda cursar simultaneamente
Computación Cuántica e Aprendizaxe Máquina/614551008 Sistemas Cuánticos Baseados en Regras/614551029
Materias que continúan o temario
Traballo Fin de Máster/614551033 Aplicacións Prácticas da Computación Cuántica/614551010
Observacións

(*)A Guía docente é o documento onde se visualiza a proposta académica da UDC. Este documento é público e non se pode modificar, salvo casos excepcionais baixo a revisión do órgano competente de acordo coa normativa vixente que establece o proceso de elaboración de guías