



Teaching Guide				
Identifying Data				2023/24
Subject (*)	Multivariable Calculus	Code	614G02006	
Study programme	Grao en Ciencia e Enxeñaría de Datos			
Descriptors				
Cycle	Period	Year	Type	Credits
Graduate	2nd four-month period	First	Basic training	6
Language	SpanishGalician			
Teaching method	Hybrid			
Prerequisites				
Department	Matemáticas			
Coordinador	Hervella Nieto, Luis María	E-mail	luis.hervella@udc.es	
Lecturers	Benitez Garcia, Marta Hervella Nieto, Luis María Ráfales Pérez, Jonatan	E-mail	marta.benitez@udc.es luis.hervella@udc.es jonatan.rafales.perez	
Web	Microsoft Teams			
General description	O Cálculo Multivariable e os seus métodos de resolución son ferramentas básicas para a descrición e o estudo dos problemas matemáticos máis simples que se poden enunciar tanto en dúas como en tres dimensións: no ámbito da arquitectura, a enxeñaría ou nas ciencias aplicadas. Nesta materia farase unha introdución á resolución de problemas de optimización (cálculo de extremos relativos e absolutos de funcións de varias variables reais) e estudaranse distintos procedementos para o cálculo de integrais escalares de funcións de varias variables (integrais dobres e triples). Ademais, describiranse as nocións máis básicas das integrais de liña e de superficie.			

Study programme competences / results	
Code	Study programme competences / results
A1	CE1 - Capacidade para utilizar con destreza conceptos e métodos propios da matemática discreta, a álgebra lineal, o cálculo diferencial e integral, e a estatística e probabilidade, na resolución dos problemas propios da ciencia e enxeñaría de datos.
A2	CE2 - Capacidade para resolver problemas matemáticos, planificando a súa resolución en función das ferramentas dispoñibles e das restricións de tempo e recursos.
B1	CB1 - Que os estudantes demostrasen posuír e comprender coñecementos nunha área de estudo que parte da base da educación secundaria xeral, e adóitase atopar a un nivel que, aínda que se apoia en libros de texto avanzados, inclúe tamén algúns aspectos que implican coñecementos procedentes da vangarda do seu campo de estudo
B5	CB5 - Que os estudantes desenvolvesen aquelas habilidades de aprendizaxe necesarias para emprender estudos posteriores cun alto grao de autonomía
B6	CG1 - Ser capaz de buscar e seleccionar a información útil necesaria para resolver problemas complexos, manexando con soltura as fontes bibliográficas do campo.
C1	CT1 - 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.

Learning outcomes			
Learning outcomes	Study programme competences / results		
	A2	B5	C1
Manexar con soltura a representación matemática espacial e as funcións de varias variables. Calcular os seus límites e estudar a súa continuidade.	A2	B5	C1
Saber calcular derivadas parciais. Manexar cambios de variable e aplicarlos na derivación.	A1	B1	
Saber enunciar e resolver problemas de optimización de funcións en varias variables e coñecer as súas aplicacións prácticas	A1 A2	B6	
Coñecer os métodos de cálculo integral para funcións de dúas e tres variables e saber aplicarlas a problemas xeométricos	A2	B5 B6	C1



Contents	
Topic	Sub-topic
Vectores e xeometría do espazo	Vectores no plano Vectores no espazo Producto escalar Producto vectorial Producto triple Rectas e planos no espazo Superficies no espazo Coordenadas cilíndricas y esféricas
Límites e continuidade	Funcións de varias variables Límites Continuidade
Derivación e extremos	Derivadas parciais Derivadas direccionais e gradiente Diferenciabilidade Plano tanxente Regra da cadea Extremos relativos en 2D Extremos absolutos Aplicaciones del cálculo de extremos
Integración	Revisión dunha variable Integración 2D Integrais dobres Cambio de variable Integrais triples
Python para cálculo de varias variables	Introducción a Sympy Introducción a NumPy Representación gráfica con Matplotlib Límites y continuidad con Python Derivadas con Python Extremos (relativos y absolutos) con Python Integración con Python

Planning				
Methodologies / tests	Competencies / Results	Teaching hours (in-person & virtual)	Student's personal work hours	Total hours
Guest lecture / keynote speech	A1 A2 B1 B5	28	28	56
ICT practicals	A2 B5 B6 C1	20	40	60
Problem solving	A2 B5 B6 C1	10	20	30
Mixed objective/subjective test	A1 A2 C1	2	0	2
Personalized attention		2	0	2

(\*)The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

Methodologies	
Methodologies	Description
Guest lecture / keynote speech	Exposición no encerado ou coa axuda de medios audiovisuais, os contidos especificados no programa da materia. A finalidade destas sesións é proporcionar ao alumnado os coñecementos básicos que lle faciliten a aprendizaxe e lle permitan abordar o estudo da materia do modo máis autónomo posible, coa axuda da bibliografía e dos exercicios que se propoñan ao longo de todo o curso



ICT practicals	Prácticas interactivas nas que se resolverán problemas aplicados relacionados cos contidos do curso coa axuda do paquete Python de cálculo simbólico Sympy (mediante o uso de procedementos tanto de cálculo simbólico como numérico).
Problem solving	Sesións nas que trataranse de resolver problemas de relevancia na enxeñaría e nas ciencias aplicadas. Tamén se dará conta das dúbidas enunciadas polos alumnos. Así mesmo, traballarase tamén a resolución de exercicios propostos nas sesións expositivas e darase continuidade, dende un punto de vista analítico, a aqueles problemas propostos nas prácticas de ordenador.
Mixed objective/subjective test	Realización dun exame escrito que consistirá nunha colección de cuestións teóricas e de problemas (do mesmo tipo que as cuestións e problemas propostos nas sesións expositivas e seminarios).

### Personalized attention

Methodologies	Description
ICT practicals Problem solving	a) A diversidade do alumnado e da súa formación fai recomendable unha orientación personalizada, que podería levarse a cabo no marco dunha acción tutorial b) Nas prácticas con ferramentas TIC, o profesorado presente na aula de informática axudará ao alumnado no desenvolvemento dos problemas enunciados nas sesións prácticas, tanto no manexo do paquete Python de cálculo simbólico Sympy como na comprensión dos aspectos teóricos e prácticos do cálculo en varias variables c) Durante as sesións de resolución de problemas, o profesorado fará un seguimento máis detallado do alumnado no proceso da súa aprendizaxe mediante a resolución de cuestións teóricas, resolución de problemas e aplicacións a problemas simples no ámbito da enxeñaría e as ciencias aplicadas.

### Assessment

Methodologies	Competencies / Results	Description	Qualification
ICT practicals	A2 B5 B6 C1	Non se realizarán probas de avaliación durante estas sesións.	0
Problem solving	A2 B5 B6 C1	Realizaranse 4 probas de avaliación durante os seminarios da materia que supoñerán, cada unha delas, ata o 15% da nota final. En cada unha destas probas, o alumnado deberá resolver un problema práctico da materia, do mesmo tipo que os presentes nos boletíns de problemas, podendo utilizar o seu computador portátil e o software explicado durante as prácticas de laboratorio.	60
Mixed objective/subjective test	A1 A2 C1	Proba escrita que inclúe resolución de problemas e cuestións breves (que poden referirse tanto a contidos teóricos como ás prácticas de computador). O seu valor na avaliación estará entre o 40 e o 100%, dependendo da cualificación obtida na parte de seminarios.	40

### Assessment comments



O alumnado acabará o período de clases cun máximo dun 60% da cualificación, que obterá través de catro controis que se realizarán nas sesións de seminarios (cun peso dun 15% cada un).

En cada un destes controis, cada estudante resolverá un problema práctico de desenvolvemento utilizando o seu computador portátil e o software Python, explicado nas prácticas de laboratorio.

Nota: Se se detectase algunha actividade ilícita na realización dalgún destes controis (exercicios copiados, utilización inadecuada de recursos on-line etc.) todas as persoas involucradas terán unha cualificación de 0 no control en cuestión e, en función da gravidade do feito, o profesorado poderá decidir unha cualificación global de 0 en todo o apartado de "Solución de problemas".

Nas datas que estableza a Xunta de Facultade, o alumnado realizará, por escrito, o exame final da materia. A nota obtida no exame final se reescalará de forma que cada estudante teña a oportunidade de recuperar a parte que perdese na avaliación correspondente aos seminarios. Desta maneira, o exame final supoñerá entre un 40 e un 100% da nota final da materia.

É necesario obter unha cualificación igual ou superior a 2,50 puntos, sobre 10, no exame final para superar a materia.

A proba final correspondente á segunda oportunidade (xuño ou xullo) rexeráse polos mesmos principios que a da primeira oportunidade.

A avaliación dos Seminarios e as prácticas de laboratorio do alumnado con matrícula a tempo parcial poderase realizar atendendo, na medida do posible, ás súas circunstancias particulares.

### Sources of information

<b>Basic</b>	Bibliografía básica: L. Hervella, M Benítez, A. Prieto, J. Ráfales, Cálculo en varias variables. Jupyter Book ( <a href="https://gced-cm.github.io/JB-Calculo2-UDC">https://gced-cm.github.io/JB-Calculo2-UDC</a> ) R. Larson, B.H. Edwards, Cálculo 2 de varias variables, 10ª, McGraw-Hill, 2016 G. Strang, E. Herman, Cálculo (volumen 3). Libro aberto en openstax, 2022 ( <a href="https://openstax.org/details/books/calculo-volumen-3">https://openstax.org/details/books/calculo-volumen-3</a> ) E. Marsden, A.J. Tromba, Cálculo vectorial, 6ª edición, Pearson-Addison Wesley, 2018 Thomas, G. B. Cálculo. Varias variables. 13ª ed., México: Pearson, 2015. Q. Kong, T. Siauw, A. Bayen. Python Programming and Numerical Methods. Jupyter Book de Berkeley, 2020 ( <a href="https://pythonnumericalmethods.berkeley.edu/notebooks/Index.html">https://pythonnumericalmethods.berkeley.edu/notebooks/Index.html</a> ) R. Johansson. Numerical Python. Ed. Apress, 2019. J. Kiusalaas. Numerical methods in engineering with Python, 3ª edición. Ed. Cambridge, 2013. Amit Saha. Doing Math with Python: Use Programming to Explore Algebra, Statistics, Calculus, and More! No Starch Press, Aug 1, 2015.
<b>Complementary</b>	Bibliografía complementaria: Larson, R., Edwards, B. Multivariable calculus, Cengage Learning, 2010 Marsden, J.E. Cálculo vectorial. Madrid. Pearson Educación, 2008 Burgos, J., Cálculo Infinitesimal de varias variables, 2ª, McGraw-Hill, 2008, España Galindo Soto, F. e outros, Guía práctica de Cálculo Infinitesimal en varias variables, 1ª, Thomson, 2005, España Rogawski, J., Cálculo. Varias variables, 2ª, Reverte, 2012, España

### Recommendations

#### Subjects that it is recommended to have taken before

Linear Algebra/614G02001

Fundamentals of Programming I/614G02004

#### Subjects that are recommended to be taken simultaneously

Fundamentals of Programming II/614G02009

#### Subjects that continue the syllabus

Numerical Methods for Data Science/614G02033

### Other comments

Estudo diario dos contidos tratados nas sesións expositivas, complementados co curso virtual e a bibliografía recomendada Resolución tanto dos exercicios propostos nas sesións presenciais como doutros atopados na bibliografía recomendada Revisar periodicamente as prácticas de ordenador Uso das horas de titoría do profesorado para resolver todo tipo de dúbidas sobre os contidos da materia

(\*The teaching guide is the document in which the URV publishes the information about all its courses. It is a public document and cannot be modified. Only in exceptional cases can it be revised by the competent agent or duly revised so that it is in line with current legislation.