



| Guía Docente          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                      |          |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------|----------|
| Datos Identificativos |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    | 2020/21              |          |
| Asignatura (*)        | Cálculo Multivariable                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Código             | 614G02006            |          |
| Titulación            | Grao en Ciencia e Enxeñaría de Datos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                    |                      |          |
| Descriptor            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                      |          |
| Ciclo                 | Período                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Curso              | Tipo                 | Créditos |
| Grao                  | 2º cuatrimestre                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Primeiro           | Formación básica     | 6        |
| Idioma                | CastelánGalego                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |                      |          |
| Modalidade docente    | Híbrida                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                    |                      |          |
| Prerrequisitos        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                    |                      |          |
| Departamento          | Matemáticas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                    |                      |          |
| Coordinación          | Prieto Aneiros, Andrés                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Correo electrónico | andres.prieto@udc.es |          |
| Profesorado           | Benitez Garcia, Marta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Correo electrónico | marta.benitez@udc.es |          |
|                       | Hervella Nieto, Luis Maria                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                    | luis.hervella@udc.es |          |
|                       | Leitao Rodríguez, Álvaro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                    | alvaro.leitao@udc.es |          |
|                       | Prieto Aneiros, Andrés                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    | andres.prieto@udc.es |          |
| Web                   | moodle.udc.es                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                    |                      |          |
| Descrición xeral      | 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. |                    |                      |          |



|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Plan de continxencia</b> | <p>1. Modificacións dos contidos.<br/>O contido non se modifica.</p> <p>2. Metodoloxías<br/>* Metodoloxías de ensino que se manteñen<br/>Tanto as sesións expositivas, como as sesións de resolución de problemas e as prácticas informáticas, manteranse no seu horario regular de xeito sincrónico usando o sistema de videoconferencia do grupo Microsoft Teams.</p> <p>* Cambio de metodoloxías de ensino<br/>As titorías presenciais e a atención personalizada presencial modificaranse e realizaranse de xeito asíncrono usando o "chat" da plataforma Microsoft Teams. Finalmente, tamén se realizarán titorías de pequenos grupos co sistema de videoconferencia de Microsoft Teams.</p> <p>3. Mecanismos de atención personalizada aos estudantes.<br/>* Videoconferencia en Microsoft Teams: sesións expositivas, resolución de problemas e prácticas informáticas de xeito sincrónico<br/>* Videoconferencia en Microsoft Teams: de forma sincrónica mediante titorías individuais / de grupo<br/>* Chat persoal por Microsoft Teams: titorías individuais ou de grupo de forma asíncrona</p> <p>4. Modificacións na avaliación.<br/>A avaliación non cambia.</p> <p>* Comentarios de avaliación:<br/>Tanto a primeira como a segunda oportunidade terán a mesma forma de avaliación. No caso de realizar a proba final de xeito non presencial, todas as preguntas serán respondidas por escrito (enviando unha foto ou copia dixitalizada dos cálculos feitos) e tamén de forma oral (envío dun breve vídeo que describa os cálculos realizados). A valoración de cada pregunta terá en conta a combinación de respostas escritas e orais.</p> <p>5. Modificacións da bibliografía ou webografía.<br/>Non se modifican a bibliografía e os materiais de uso que estarán dispoñibles nos equipos Microsoft.</p> |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| Competencias / Resultados do título |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código                              | Competencias / Resultados do título                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 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.                                                                                                                                               |

| Resultados da aprendizaxe |                                     |
|---------------------------|-------------------------------------|
| Resultados de aprendizaxe | Competencias / Resultados do título |



|                                                                                                                                                    |          |          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----|
| 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 aplicalos na derivación.                                                          | A1       | B1       |    |
| Saber enunciado e resolver problemas de optimización de funcións en varias variables e coñecer as súas aplicacións prácticas                       | A1<br>A2 | B6       |    |
| Coñecer os métodos de cálculo integral para funcións de dúas e tres variables e saber aplicalas a problemas xeométricos                            | A2       | B5<br>B6 | C1 |

| Contidos                                                      |                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Temas                                                         | Subtemas                                                                                                                                                                                        |
| 1. Vectores e xeometría do espazo                             | 1.1. Sistemas de coordenadas no espazo<br>1.2. Vectores. Produto escalar e produto vectorial<br>1.3. Conxuntos no espazo                                                                        |
| 2. Funcións de varias variables                               | 2.1. Exemplos elementais<br>2.2. Límites e continuidade de funcións de varias variables<br>2.3. Aplicacións                                                                                     |
| 3. Cálculo diferencial de funcións de varias variables        | 3.1. Derivadas parciais e direccionais. Vector gradiente. Propiedades<br>3.2. Matriz xacobiana. Regra da cadea. Diferenciabilidade<br>3.3. Derivadas parciais de orde superior. Matriz hessiana |
| 4. Extremos relativos e absolutos                             | 4.1. Extremos relativos para funcións escalares<br>4.2. Extremos condicionados<br>4.3. Extremos absolutos en conxuntos compactos                                                                |
| 5. Cálculo integral de funcións escalares en varias variables | 5.1. Integrais dobres e triples<br>5.2. Integrais dobres e triples por integración iterada: teorema de Fubini<br>5.3. Integrais de liña e de superficie                                         |

| Planificación                                                                                                            |                           |                                         |                         |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------|-------------------------|--------------|
| Metodoloxías / probas                                                                                                    | Competencias / Resultados | Horas lectivas (presenciais e virtuais) | Horas traballo autónomo | Horas totais |
| Sesión maxistral                                                                                                         | A1 A2 B1 B5               | 28                                      | 28                      | 56           |
| Prácticas a través de TIC                                                                                                | A2 B5 B6 C1               | 20                                      | 40                      | 60           |
| Solución de problemas                                                                                                    | A2 B5 B6 C1               | 10                                      | 20                      | 30           |
| Proba mixta                                                                                                              | A1 A2 C1                  | 2                                       | 0                       | 2            |
| Atención personalizada                                                                                                   |                           | 2                                       | 0                       | 2            |
| *Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientativo, considerando a heteroxeneidade do alumnado |                           |                                         |                         |              |

| Metodoloxías              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodoloxías              | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Sesión maxistral          | 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 |
| Prácticas a través de TIC | 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). Estas prácticas desenvolveranse na aula de informática.                                                                                             |
| Solución de problemas     | 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.             |



|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Proba mixta | 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). Ademais, completárase cunha proba onde se empregaran as ferramentas TIC usadas nas prácticas da materia. |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| Atención personalizada    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metodoloxías              | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Prácticas a través de TIC | a) A diversidade do alumnado e da súa formación fai recomendable unha orientación personalizada, que podería levarse a cabo no marco dunha acción tutorial                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Solución de problemas     | 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<br>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. |

| Avaliación                |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |               |
|---------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Metodoloxías              | Competencias / Resultados | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Cualificación |
| Prácticas a través de TIC | A2 B5 B6 C1               | Resolución de problemas de carácter práctico e ilustración de aspectos teóricos coa axuda do paquete Python de cálculo simbólico Sympy. Os ficheiros Jupyter Notebook traballados nestas prácticas servirán de base para a realización dos Jupyter Notebooks asociados ao proxecto de avaliación continua              | 25            |
| Solución de problemas     | A2 B5 B6 C1               | Participación activa e traballo realizado na resolución de cuestións teóricas e problemas prácticos (de forma individual ou en grupos moi reducidos). A resolución de problemas nestas sesións analizarán aspectos teóricos que terán que ser postos en práctica para a realización do proxecto de avaliación continua | 25            |
| Proba mixta               | A1 A2 C1                  | Proba escrita que inclúe resolución de problemas e cuestións breves (que poden referirse tanto a contidos teóricos como ás prácticas de ordenador)                                                                                                                                                                     | 50            |

| Observacións avaliación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>A avaliación da primeira e segunda oportunidades será:</p> <p>40%: proxecto de avaliación continua en grupos: a valoración desta parte é compartida para todos os membros do grupo. Esta sección avaliará os aspectos teóricos e prácticos estudados nas sesións de resolución de problemas (20%) e a implementación en Python (20%).10%: exposición oral do proxecto (todos os membros deben participar): a cualificación desta parte será individual para cada membro do grupo e terá en conta tanto a descrición do código Python (5%) como a análise teórica das técnicas matemáticas usadas para a solución de problemas (5%)50%: proba mixta (exame final): a realización desta proba e a súa cualificación serán individuais. Para a realización desta proba, podes usar todo o material dispoñible (notas, libros, notas e cadernos de Jupyter)Para garantir a posibilidade de avaliación de todos os estudantes (tanto na primeira como na segunda oportunidade), sen discriminar a parte dos estudantes que non puidesen ter a posibilidade de poder seguir regularmente o desenvolvemento das actividades desta materia, consideraranse a seguinte forma de avaliación:</p> <p>As actividades de avaliación continua (tanto o proxecto como a súa exposición oral) avalíaranse en 5 puntos. Polo tanto, cada alumno terá unha nota AC (entre 0 e 5)A nota final do exame ponderarase en puntos de 10 - AC (é dicir, se alguén obtivese unha nota de AC = 0 na avaliación continua, o exame final avalíaríase sobre 10 puntos, mentres que ao obter unha nota de AC = 5, o exame o final sería avaliado sobre 5 puntos)</p> |

| Fontes de información |
|-----------------------|
|-----------------------|



|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Bibliografía básica</b>         | Bibliografía básica: R. Larson, B.H. Edwards, Cálculo 2 de varias variables, 10ª, McGraw-Hill, 2016 E. Marsden, A.J. Tromba, Cálculo vectorial, 6ª edición, Pearson-Addison Wesley, 2018 Thomas, G. B. Cálculo. Varias variables. 13ª ed., México: Pearson, 2015. Bibliografía para prácticas a través de TIC: Ronan Lamy, Instant Sympy Starter, Packt Publishing Ltd, May 23, 2013 Amit Saha. Doing Math with Python: Use Programming to Explore Algebra, Statistics, Calculus, and More! No Starch Press, Aug 1, 2015 Hans Petter Langtangen, Python Scripting for Computational Science, Springer Science & Business Media, 2009 Hemant Kumar Mehta, Mastering Python Scientific Computing, Packt Publishing Ltd, Sep 23, 2015 |
| <b>Bibliografía complementaria</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                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

## Recomendacións

### Materias que se recomenda ter cursado previamente

Álgebra Lineal/614G02001

Fundamentos de Programación I/614G02004

### Materias que se recomenda cursar simultaneamente

Fundamentos de Programación II/614G02009

### Materias que continúan o temario

Métodos Numéricos para Ciencia de Datos/614G02033

### Observacións

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 tutoría do profesorado para resolver todo tipo de dúbidas sobre os contidos da materia

(\*) 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