
1. Caracterização da Unidade Curricular

1.1 Designação

[3879] Análise Vetorial / Vector Analysis

1.2 Sigla da área científica em que se insere

MAT

1.3 Duração

Unidade Curricular Semestral

1.4 Horas de trabalho

162h 00m

1.5 Horas de contacto

Total: 67h 30m das quais T: 45h 00m | TP: 22h 30m

1.6 ECTS

6

1.7 Observações

Unidade Curricular Obrigatória

2. Docente responsável

[1395] Luís Ricardo Cardoso Gomes da Costa Borges

3. Docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular

Não existem docentes definidos para esta unidade curricular

4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes)

1. Dominar os conceitos básicos de limite, continuidade e diferenciabilidade de campos escalares e vetoriais.
2. Dominar o cálculo de integrais múltiplos, identificando a representação geométrica do domínio e reconhecendo quais as coordenadas a utilizar.
3. Dominar a representação paramétrica de linhas e superfícies e saber utilizá-la no cálculo de integrais de linha e de superfície.
4. Utilizar a visualização e o raciocínio espacial na análise de situações e na resolução de problemas reais.
5. Saber formular matematicamente um problema e identificar e implementar as estratégias.
6. Saber aplicar os principais conceitos e técnicas do cálculo diferencial e integral em \mathbb{R}^n nos contextos diversos das unidades curriculares da especialidade que a unidade curricular de Análise Vetorial serve.
7. Ter capacidades de análise, cálculo e raciocínio dedutivo.

**4. Intended learning outcomes
(knowledge, skills and
competences to be developed
by the students)**

1. Mastering the concepts of limit, continuity and differentiability of real-valued and vector functions of several variables.
2. Mastering the calculation of multiple integrals, identifying the geometric representation of the domain and recognizing the appropriate coordinate system
3. Mastering the parameterization of curves and surfaces and to apply it in the calculation of line and surface integrals.
4. Developing spatial visualization and deductive reasoning skills in the analysis and solution of applied problems.
5. Being able to formulate a mathematical problem and to identify and implement the appropriate strategies and tools to its analytical and/or computational solution.
6. Being able to apply the key concepts and techniques of differential and integral calculus in \mathbb{R}^n in the context of the various engineering-related courses of the program.
7. Having analysis, calculus and deductive reasoning skills.

5. Conteúdos programáticos

1. Noções Topológicas em \mathbb{R}^n . Campos escalares e vectoriais. Domínio, conjunto de nível e gráfico; Limite e continuidade.
2. Cálculo Diferencial em \mathbb{R}^n : Derivada segundo um vector. Derivadas parciais. Diferenciabilidade. Plano tangente. Derivada como aplicação linear. Derivada da função composta. Derivadas parciais de ordem superior; teorema de Schwarz; funções de classe C_k . Operadores diferenciais: gradiente, divergência, rotacional. Fórmula de Taylor para campos escalares; extremos livres. Aplicações.
3. Cálculo Integral em \mathbb{R}^n : Integrais duplos e triplos: teorema de Fubini; teorema da média; mudança de variáveis. Integrais de linha: parametrizações; integral de linha de campos escalares e vectoriais. Trabalho; campos conservativos; função potencial. Teorema de Green. Integrais de superfície: parametrizações; integral de superfície de campos escalares e vectoriais. Fluxo; teorema da divergência; teorema de Stokes. Aplicações.

5. Syllabus

1. Topological notions in \mathbb{R}^n . Scalar and vector fields. Domain, level sets, and graph. Limits and continuity.
2. Differential Calculus in \mathbb{R}^n : directional derivative; partial derivative; differentiability of scalar fields; tangent plane; the derivative as a linear map; chain rule; higher order partial derivatives, Schwarz theorem, class C_k function. Differential operators: gradient, divergence, and curl. Taylor's formula for scalar fields. Local constraint-free extrema. Applications.
3. Integral Calculus in \mathbb{R}^n : double and triple integrals, Fubini's theorem, mean value theorem; change of variables. Line integrals: parameterization of a line; line integral of scalar and vector fields. Work, conservative fields, and potential. Green's theorem. Surface integrals: parameterization of a surface, integral surface of scalar and vector fields. Flow, the divergence theorem, Stokes' theorem. Applications.

6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

Os objetivos 1 a 4 são cumpridos nos conteúdos programáticos dos capítulos da unidade curricular, nos quais são ainda amplamente desenvolvidas as capacidades de análise, cálculo e raciocínio dedutivo (objetivo 7).

Para além das aplicações estudadas em cada capítulo, o recurso sistemático a problemas aplicados e contextualizados traduz-se numa maior motivação e eficácia da aprendizagem, uma vez que permitem:

- transmitir o facto de o cálculo diferencial e integral em IRn ser uma ferramenta indispensável no estudo da engenharia;
- praticar a formulação matemática de problemas, sua resolução e crítica (objetivos 5 e 7);
- facilitar aos alunos o reconhecimento dos conceitos e técnicas estudados quando a estes têm que recorrer no seguimento dos seus estudos (objetivo 6).

6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes

Goals 1 to 4 are met within the contents of the syllabus, in which the analysis, calculus and deductive reasoning skills are widely developed (goal 7).

In addition to the applications studied in each topic, the systematic use of applied and contextualized problems yields an increase of motivation, efficiency and spectrum of learning, since they enable:

- to convey the fact that differential and integral calculus in IRn is an indispensable tool in the study of engineering ;
- to practice the mathematical formulation of problems, their solution and criticism (goals 5 to 7);
- to help students to recognize the concepts and techniques studied when they have to use it in their future studies (goal 6) .

7. Metodologias de ensino (avaliação incluída)

Aulas teóricas tendo por base exemplos de aplicação e aulas teórico-práticas nas quais são resolvidos exercícios teórico-práticos. É dada especial ênfase a problemas que interligam as ferramentas desenvolvidas com conceitos estudados em unidades curriculares da especialidade e são disponibilizadas listas de exercícios para um eficaz acompanhamento e para cimentar os conhecimentos apresentados.

A avaliação de conhecimentos é distribuída com exame final:

- A avaliação distribuída é composta por dois testes (NT1 e NT2) com as classificações mínimas de 8,00 valores, durante o período de aulas. A nota final (NF) é calculada pela fórmula $NF = (NT1 + NT2) * 0.5$; para obter aprovação, um aluno pode repetir um dos testes na época normal através de exame parcial.
- A avaliação por exame é constituída pela realização de um exame global (NE). A nota final (NF) será calculada por $NF = NE$

O aluno terá aprovação à unidade curricular se $NF \geq 9,50$ valores .



**7. Teaching methodologies
(including assessment)**

Lectures based on applied examples and practical classes in which theoretical-practical problems are solved. Special emphasis is given to problems connecting the tools developed with concepts which are important in engineering-related courses. Exercises sheets are available for an effective monitoring and strengthen of the knowledge presented.

The assessment is distributed with final exam:

- Distributed assessment consists of two tests (NT1 and NT2) during classes, with the minimum grade of 8.00 points. The final grade (NF) will be calculated by $NF=(NT1+NT2)*0.5$; in order to be approved, a student can repeat one of the tests in the regular season by taking a partial exam.

- Assessment by examination, consists on a written examination (NE). The final grade (NF) will be calculated by $NF=NE$.

The student will have approval on the curricular unit if $NF > = 9.50$ points.

**8. Demonstração da coerência
das metodologias de ensino
com os objetivos de
aprendizagem da unidade
curricular**

As aulas teóricas são essenciais a uma rigorosa e completa cobertura dos tópicos do programa, os quais surgem como resposta a situações e problemas práticos. A resolução de exercícios em contexto de aula permite ilustrar a aplicação prática dos conceitos e ferramentas estudados, ao mesmo tempo que se aprofundam os conhecimentos teóricos.

As listas de exercícios disponibilizadas, pela sua organização, conteúdo e diversidade do grau de dificuldade, permitem ao aluno acompanhar minuciosamente todos os tópicos da matéria e são o principal instrumento do estudo individual. Os exercícios que as constituem são os adequados ao desenvolvimento das capacidades de cálculo e raciocínio dedutivo .

**8. Evidence of the teaching
methodologies coherence with
the curricular unit's intended
learning outcomes**

Lectures are essential to a correct and comprehensive coverage of all topics of the syllabus, while in-class solution of exercises allows for a successful application of the theoretical knowledge to practical problems.

The available sheets of exercises, by their organization, contents and diversity of difficulty degree, allow students to follow closely all topics of the syllabus and are the main tool regarding individual study. The exercises that constitute them are particularly well-suited for the development of calculus skills and deductive reasoning.

9. Bibliografia de

consulta/existência obrigatória

- I. Coelho, Apontamentos de Cálculo Diferencial e Integral em \mathbb{R}^n , ISEL, 2020
- A. Paixão, P. Gomes, Cálculo Vectorial, Definições, teoremas, exemplos e observações, ISEL, 2017
- A. Monteiro, I. Matos, V. Miranda, Cadernos de Matemática N.º 5 Integrais, Editora Orion, 2017
- E. Kreyszig, Advanced Engineering Mathematics, 10th edition, Wiley, 2011
- T. Apostol, Calculus vol. II, 2nd Edition, John Wiley & Sons Inc., 1969
- H. Anton, Calculus: A New Horizon, 6ª Edição, John Wiley & Sons Inc., 1998
- H. Anton, I. Bivens, S. Davis, Calculus Multivariable, Wiley-Blackwell, 2008
- A. Azenha, M. A. Jeronimo, Elementos de Cálculo Diferencial e Integral em \mathbb{R} e \mathbb{R}^n , McGraw-Hill, 1995
- R. Larson, R. P. Hostetler, B. H. Edwards, Cálculo, Volume 2, 8ª Edição, McGrawHill, 2006
- J. Marsden, A. Tromba, Vector Calculus, 6th Edition, W.H. Freeman and Company, 2011
- W. McCallum, D. Hughes-Hallett, et al., Multivariable Calculus, 5th Edition, International Student Version, John Wiley & Sons, 2010

10. Data de aprovação em CTC 2024-07-17

11. Data de aprovação em CP 2024-06-26