
Ano Letivo 2022-23

Unidade Curricular TEORIA DA COMPUTABILIDADE E DA COMPLEXIDADE COMPUTACIONAL

Cursos MATEMÁTICA (3.º Ciclo)

Unidade Orgânica Faculdade de Ciências e Tecnologia

Código da Unidade Curricular 15581012

Área Científica MATEMÁTICA

Sigla MAT

Código CNAEF (3 dígitos) 461

**Contributo para os Objetivos de
Desenvolvimento Sustentável - 04
ODS (Indicar até 3 objetivos)**

Línguas de Aprendizagem Português e Inglês

Modalidade de ensino

Presencial

Docente Responsável

Nenad Manojlovic

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
---------	--------------	--------	-----------------------------

* Para turmas lecionadas conjuntamente, apenas é contabilizada a carga horária de uma delas.

ANO	PERÍODO DE FUNCIONAMENTO*	HORAS DE CONTACTO	HORAS TOTAIS DE TRABALHO	ECTS
1º	S2	60T	195	7.5

* A-Anual;S-Semestral;Q-Quadrimestral;T-Trimestral

Precedências

Sem precedências

Conhecimentos Prévios recomendados

Conhecimentos básicos de topologia e teoria dos grafos são recomendados.

Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)

Após concluir esta unidade curricular, os alunos deverão ser capazes de:

- Discutir o conceito de função computável.
- Definir conjuntos recursivos e recursivamente enumeráveis.
- Explicar o que são problemas não-computáveis e utilizar técnicas como a redutibilidade para mostrar que um problema é não-computável.
- Definir as classes P e NP e discutir a importância do problema "P=NP?".
- Definir outras classes de complexidade tais como PSPACE, EXPTIME, e BPP.
- Discutir o conceito de número real e função real de variável real computável.

Conteúdos programáticos

1. Teoria da computabilidade:

A máquina de Turing como modelo de computação
Computabilidade de funções
Decidibilidade e semidecidibilidade de conjuntos
Universalidade
Utilização de outros modelos de computação e a Tese de Church-Turing
Não-computabilidade
m-redutibilidade
Computabilidade relativa e graus

2. Complexidade computacional:

Computação com recursos limitados no espaço e no tempo
As classes de complexidade P, NP, PSPACE e EXPTIME
Redução em tempo polinomial
Conjuntos NP-completos e o teorema de Cook-Levin
Conjuntos PSPACE-completos
A hierarquia polinomial
Computação com circuitos booleanos
Classes de complexidade probabilísticas e quânticas

3. Computabilidade em $\mathbb{R}^n$ e sobre outras estruturas

Representações
Números e funções reais computáveis
Conjuntos de números reais recursivos e recursivamente enumeráveis
Computabilidade e continuidade
Espaços métricos computáveis
Complexidade de alguns problemas da Análise

Metodologias de ensino (avaliação incluída)

A avaliação contínua será realizada através da resolução de fichas disponibilizadas semanalmente. As respostas serão apresentadas e justificadas oralmente após a conclusão de cada capítulo. Nota de doze valores, ou superior, na avaliação contínua, dispensa o exame final.

Avaliação por exame final será realizada para cada aluno que não tenha dispensado de exame, através da avaliação contínua.

Bibliografia principal

A. Sernadas, C. Sernadas, J. Rasga, and J. Ramos. A Mathematical Primer on Computability, College Publications, 2018.
S. Arora and B. Barak. Computational Complexity, Cambridge University Press, 2009.
M. Sipser. Introduction to the Theory of Computation, 3rd edition, Cengage Learning, 2012.

Academic Year 2022-23

Course unit

Courses MATHEMATICS

Faculty / School FACULTY OF SCIENCES AND TECHNOLOGY

Main Scientific Area MATH

Acronym

CNAEF code (3 digits) 461

Contribution to Sustainable
Development Goals - SGD 04
(Designate up to 3 objectives)

Language of instruction Portuguese and English

Teaching/Learning modality Presential

Coordinating teacher Nenad Manojlovic

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
----------------	------	---------	-----------

* For classes taught jointly, it is only accounted the workload of one.

Contact hours

T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	Total
60	0	0	0	0	0	0	0	195

T - Theoretical; TP - Theoretical and practical ; PL - Practical and laboratorial; TC - Field Work; S - Seminar; E - Training; OT - Tutorial; O - Other

Pre-requisites

no pre-requisites

Prior knowledge and skills

Basic knowledge of topology and graph theory is recommended.

The students intended learning outcomes (knowledge, skills and competences)

At the end of this curricular unit, students should be able to:

- Discuss the concept of computable function.
- Define recursive and recursively enumerable sets.
- Explain what are non-computable problems and use techniques such as reducibility to show that a problem is non-computable.
- Define the classes P and NP and discuss the importance of "P=NP?" problem.
- Define other complexity classes such as PSPACE, EXPTIME, BPP.
- Discuss the concept of computable real numbers and computable real functions.

Syllabus

1. Computability theory

The Turing machine as a computation model

Computability of functions

Decidability and semidecidability of sets

Universality

Use of other models of computation and the Church-Turing thesis

Non-computability

Many-one reducibility

Relative computability and degrees

2. Computational complexity

Computation with bounded resources (time, space)

The complexity classes P, NP, PSPACE e EXPTIME

Polynomial-time reduction

NP-complete sets and the Cook-Levin theorem

PSPACE-complete sets

The polynomial hierarchy

Computation with boolean circuits

Probabilistic and quantum complexity classes

3. Computability over $\mathbb{R}^n$ and over other structures

Representations

Computable real numbers and computable real functions

Recursive and recursively enumerable sets of real numbers

Computability and continuity

Computable metric spaces

The complexity of some problems from the analysis

Teaching methodologies (including evaluation)

The continuous assessment will be carried out through the resolution of problems made available weekly. The answers will be presented and justified orally after lecturing of each chapter is concluded. A grade of twelve values, or higher, in the continuous assessment, waives the final exam.

Assessment by final exam will be carried out for each student who has not been exempted from it.

Main Bibliography

A. Sernadas, C. Sernadas, J. Rasga, and J. Ramos. A Mathematical Primer on Computability, College Publications, 2018.

S. Arora and B. Barak. Computational Complexity, Cambridge University Press, 2009.

M. Sipser. Introduction to the Theory of Computation, 3rd edition, Cengage Learning, 2012.