
1. Designação da unidade curricular

[4392] Algoritmos em Bioinformática / Algorithms in Bioinformatics

2. Sigla da área científica em que se insere

IC, n/d

3. Duração

Unidade Curricular Semestral

4. Horas de trabalho

162h 00m, h 00m

5. Horas de contacto

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

6. % Horas de contacto a distância

Sem horas de contacto à distância

7. ECTS

6

8. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular

[1686] Cátia Raquel Jesus Vaz | Horas Previstas: N/D

9. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular

Não existem docentes definidos para esta unidade curricular

10. Objetivos de aprendizagem e a sua compatibilidade com o método de ensino (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes).

Ao concluir esta disciplina espera-se que o aluno seja capaz de:

- (1) Compreender as representações de dados bioinformáticos e selecionar as estruturas de dados adequadas.
- (2) Descrever os desafios computacionais colocados pelas análises de dados comuns em bioinformática.
- (3) Aplicar os algoritmos e as estruturas de dados mais importantes para a resolução de problemas em bioinformática.
- (4) Projetar e implementar algoritmos e estruturas de dados para abordar questões-chave em bioinformática.
- (5) Projetar e implementar ferramentas e técnicas algorítmicas de resolução de problemas, aplicáveis a uma ampla gama de problemas computacionais, com impacto para além da bioinformática.
- (6) Compreender as restrições de viabilidade impostas pela complexidade computacional dos algoritmos.
- (7) Aplicar técnicas de extração de informação de dados e visualização de resultados de análises.
- (8) Adquirir fortes competências em engenharia de algoritmos.

10. Intended Learning objectives and their compatibility with the teaching method (knowledge, skills and competences by the students).

On completion of this subject the student is expected to be able to:

- (1) Understand bioinformatics data representations and select the suitable data structures.
- (2) Describe computational challenges posed by common bioinformatics analyses.
- (3) Apply important algorithms and data structures used in solving bioinformatics problems.
- (4) Design and implement algorithms and data structures to address key questions in bioinformatics.
- (5) Design and implement algorithmic problem-solving techniques that can be applied to a diverse range of computational problems, not bound to bioinformatics.
- (6) Understand the feasibility constraints imposed by computational complexity of algorithms.
- (7) Apply techniques for extracting information from data and visualizing the results of analyses.
- (8) Acquire strong competences in algorithm engineering.

11. Conteúdos programáticos

- I) Introdução à engenharia de algoritmos e ao respetivo ciclo: caracterizar problemas, identificar modelos e suposições realistas subjacentes, desenhar algoritmos e estruturas de dados, análise teórica de correção e garantias de desempenho, implementação, avaliação experimental com dados sintéticos e reais, e disponibilização de bibliotecas reutilizáveis.
- II) Algoritmos e estruturas de dados fundamentais em bioinformática.
- III) Técnicas fundamentais de desenho e análise de algoritmos.
- IV) Estruturas de dados e técnicas algorítmicas avançadas, incluindo métodos de aproximação e aleatórios.
- V) Soluções algorítmicas para problemas fundamentais em bioinformática:
 - a) alinhamento de sequências;
 - b) montagem de genoma;
 - c) deteção de variantes;
 - d) reconstrução filogenética;
 - e) agrupamento e classificação de dados;
 - f) descoberta de motivos;
 - g) análise de redes biológicas;
 - h) redução e visualização de dados.

11. Syllabus

- I) Introduction to algorithm engineering and respective cycle: characterize the problem, identify underlying realistic models and assumptions, design of algorithms and data structures, theoretical analysis with respect to correctness and performance guarantees, implementation, experimental evaluation with synthetic and real data, and release of reusable libraries.
- II) Fundamental algorithms and data structures in bioinformatics.
- III) Fundamental techniques in algorithm design and analysis.
- IV) Advanced data structures and algorithmic techniques, including approximation and randomized methods.
- V) Algorithmic solutions to fundamental problems in bioinformatics:
 - a) sequence alignment;
 - b) genome assembly;
 - c) variant detection;
 - d) phylogenetic reconstruction;
 - e) clustering and classification of genomics data;
 - f) motif discovery;
 - g) analysis of biological networks;
 - h) data reduction and visualization.

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

A coerência entre os conteúdos programáticos e os objetivos da unidade curricular é a seguinte:

- II e V fornecem o essencial para atingir os objetivos 1, 2 e 3.
- II, IV e V permitem aos alunos atingir o objetivo 4.
- I, III e IV fornecem o essencial para atingir os objetivos 5 e 6.
- V permite adquirir as competências para alcançar o objetivo 7.
- I, V são fundamentais para alcançar o objetivo 8.

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

The coherence between the program contents and the objectives of the curriculum unit is as follows:

- II and V provide the essentials to achieve objectives 1, 2, and 3.
- II, IV, and V enable students to achieve objective 4.
- I, III, and IV provide the essentials to achieve objectives 5 and 6.
- V allows acquiring the skills to attain objective 7.
- I and V are crucial for achieving objective 8.

13. Metodologias de ensino e de aprendizagem específicas da unidade curricular articuladas com o modelo pedagógico

As aulas destinam-se à apresentação dos temas e de exemplos práticos de aplicação. Os tópicos principais são ainda explorados através da resolução de problemas, incluindo a implementação e a avaliação experimental de soluções alternativas. A avaliação da unidade curricular baseia-se na avaliação distribuída sem exame final. Serão realizadas 3 séries de problemas, acompanhadas pelo docente. Os resultados da aprendizagem são avaliados através das séries de problemas com prova oral. A Classificação Final (CF) é obtida através de $CF = 0,3*SP1 + 0,3*SP2 + 0,4*SP3$, em que SP1, SP2 e SP3 são as classificações das séries de problemas com prova oral. Para obter aprovação, os valores mínimos das classificações são: SP1, SP2 e SP3 com 8,00 valores e CF com 9,50 valores.

13. Teaching and learning methodologies specific to the curricular unit articulated with the pedagogical model

The lectures are intended for presentation of topics and practical examples. The main topics are further explored by solving problems, including the implementation and experimental evaluation of alternative solutions. The evaluation of the curricular unit is based on distributed assessment without final exam. The students carry out 3 series of problems, accompanied by the teacher. The learning outcomes are assessed through the series of problems with an oral exam. The Final Classification (FC) is obtained through the expression given by $CF = 0,3*SP1 + 0,3*SP2 + 0,4*SP3$, where SP1, SP2 and SP3 are the classifications of the series of problems with oral exam. To obtain approval, the minimum grade values are: SP1, SP2 and SP3 with 8.00 points and FC with 9.50 points.

14. Avaliação

As aulas destinam-se à apresentação dos temas e de exemplos práticos de aplicação. Os tópicos principais são ainda explorados através da resolução de problemas, incluindo a implementação e a avaliação experimental de soluções alternativas. A avaliação da unidade curricular baseia-se na avaliação distribuída sem exame final. Serão realizadas 3 séries de problemas, acompanhadas pelo docente. Os resultados da aprendizagem são avaliados através das séries de problemas com prova oral. A Classificação Final (CF) é obtida através de $CF = 0,3 \cdot SP1 + 0,3 \cdot SP2 + 0,4 \cdot SP3$, em que SP1, SP2 e SP3 são as classificações das séries de problemas com prova oral. Para obter aprovação, os valores mínimos das classificações são: SP1, SP2 e SP3 com 8,00 valores e CF com 9,50 valores.

14. Assessment

The lectures are intended for presentation of topics and practical examples. The main topics are further explored by solving problems, including the implementation and experimental evaluation of alternative solutions. The evaluation of the curricular unit is based on **distributed assessment without final exam**. The students carry out 3 series of problems, accompanied by the teacher. The learning outcomes are assessed through the series of problems with an oral exam. The Final Classification (FC) is obtained through the expression given by $CF = 0,3 \cdot SP1 + 0,3 \cdot SP2 + 0,4 \cdot SP3$, where SP1, SP2 and SP3 are the classifications of the series of problems with oral exam. To obtain approval, the minimum grade values are: SP1, SP2 and SP3 with 8.00 points and FC with 9.50 points.

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

As aulas teóricas destinam-se à apresentação das bases teóricas dos conteúdos programáticos. Nas aulas teórico-práticas são resolvidos problemas e analisados casos de estudo. Privilegia-se uma forma de apresentação interativa. As aulas de prática e laboratório servem para aplicar num ambiente controlado as técnicas apresentadas. O trabalho autónomo (extra-aula) é guiado pelas 3 séries de problemas, concebidos para consolidar as competências de conceção e desenvolvimento dos conteúdos programáticos.

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

The theoretical classes aim to present the theoretical basis of the course contents. In theoretical-practical classes small problems are solved and case studies are analysed. An interactive form of presentation is favoured. The practical and laboratory classes serves to apply the techniques presented in a controlled environment. Autonomous work (extra-class) is guided by 3 series of problems conceived to consolidate the design and development skills of the course contents.

**16. Bibliografia de
consulta/existência obrigatória**

- Genome-Scale Algorithm Design Biological Sequence Analysis in the Era of High-Throughput Sequencing, Veli Mäkinen, Djamel Belazzougui, Fabio Cunial, Alexandru I. Tomescu Cambridge University Press, 2023, isbn:781009341257.
- Bioinformatics algorithms : an active learning approach, Phillip Compeau and Pavel Pevzner, Active Learning Publishers; 3rd Edition, 2018, isbn:978-0990374633.
- Phylogenetic Networks Concepts, Algorithms and Applications, Daniel H. Huson, Regula Rupp, Celine Schornavacca, Cambridge University Press, 2011, isbn: 9780511974076.

17. Observações

Unidade Curricular Opcional