instituto superior de engenharia de lisboa

Ficha de Unidade Curricular A3ES
Física Estatística Computacional
Licenciatura em Matemática Aplicada à Tecnologia e à Empresa

2025-26

1. Designação da unidade curricular

[4348] Física Estatística Computacional / Computational Statistical Physics

2. Sigla da área científica em que se insere	FIS
3. Duração	Unidade Curricular Semestral
4. Horas de trabalho	162h 00m
5. Horas de contacto	Total: 67h 30m das quais TP: 67h 30m
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	[1610] Pedro Manuel Alves Patrício da Silva | Horas Previstas: 135 horas
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).	1. Saber aplicar os conceitos fundamentais da mecânica clássica a sistemas com um grande número de partículas. Compreender a relação entre as grandezas estatísticas destes sistemas e as grandezas termodinâmicas fundamentais, como a temperatura e a entropia. 2. Compreender as leis e conceitos fundamentais da física estatística, com particular destaque para a distribuição de Boltzmann. Saber aplicar os conceitos da física estatística a problemas de índole geral, como o problema do caixeiro viajante, o movimento dos fluidos, a econo- e socio-física, etc.

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

1. To be able to apply the fundamental concepts of classical mechanics to systems with a large number of particles. To understand the relation between the statistical quantities of these systems and the fundamental thermodynamical concepts, such as temperature and entropy.
2. To know the fundamental laws and ideas from statistical physics, with particular emphasis to Boltzmann distribution. To be able to apply these notions to problems of general nature, such as the traveling salesman problem, the motion of fluids, econo- and socio-physics, etc.

11. Conteúdos programáticos

1. Física Estatística do Equilíbrio
- Relação entre a termodinâmica e a estatística
- Temperatura e entropia
- Distribuição de Boltzmann e distribuição de Maxwell
- Transições de fase, pontos críticos, classes de universalidade
- Modelo de Ising. Método de Metropolis
- Aplicações: métodos de minimização para problemas com múltiplos mínimos
2. Física Estatística Fora do equilíbrio
Sistemas perto do equilíbrio. Sistemas em movimento
- Equação de Boltzmann e de Lattice Boltzmann, dinâmica de fluidos computacional
- Movimento Browniano, Equação de Langevin, eventos raros
Sistemas longe do equilíbrio. Sistemas dissipativos e activos
- Lei de Pareto e criticalidade auto-organizada
- Redes complexas. Mundos pequenos
- Modelos de propagação e de evolução
- Aplicações: Econofísica e Sociofísica

11. Syllabus

1. Statistical Physics of Equilibrium
- Relationship between thermodynamics and statistics
- Temperature and Entropy
- Boltzmann distribution and Maxwell distribution
- Phase transitions, critical points, universality classes
- Ising model. Method of Metropolis
- Applications: Methods of minimization for problems with multiple minima
2. Statistical Physics Out of Equilibrium
Systems close to equilibrium. Systems in motion
- Boltzmann and Lattice Boltzmann Equation, Computational Fluid Dynamics
- Brownian Motion, Langevin Equation, rare Events
Systems far from equilibrium. Dissipative and Active systems
- Pareto's law and self-organized criticality
- Complex networks. Small world networks
- Models of propagation and evolution
- Applications: Econophysics and Sociophysics

12. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular	Os vários pontos ou capítulos dos conteúdos programáticos correspondem aos conceitos fundamentais a adquirir referidos nos objectivos da unidade curricular.
12. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit´s intended learning outcomes	The chapters of the syllabus correspond to the fundamental concepts referred in the objectives of the curricular unit.
13. Metodologias de ensino e de aprendizagem específicas da unidade curricular articuladas com o modelo pedagógico	Leccionação de aulas teóricas e aulas teórico-práticas. Durante as aulas teórico-práticas serão propostos alguns problemas numéricos para resolver através da implementação dum código em python ou outra ferramenta de programação. Os alunos devem utilizar estas aulas para iniciar os seus códigos, e tirar dúvidas sobre a correcta implementação dos algoritmos numéricos necessários para resolver os problemas propostos.
13. Teaching and learning methodologies specific to the curricular unit articulated with the pedagogical model	Lectures and practical sessions. During the practical sessions, it will be proposed some numerical problems to solve by implementing a code in python, or another programming tool. Students should use these sessions to initiate their codes and ask questions about the correct implementation of the necessary numerical algorithms to solve the proposed problems.
14. Avaliação	A avaliação de conhecimentos é realizada a partir da elaboração de dois trabalhos numéricos (TN1 e TN2), realizados individualmente ou em grupos de 2, durante o período lectivo, e de um exame final escrito (E), abrangendo toda a matéria, com a duração de 2,5 horas. O 2º trabalho numérico, mais elaborado, deve também ser apresentado oralmente. As notas de TN1 e de TN2 devem ser >= 8,00. A nota de E deve ser >= 9,50. A nota final vale NF=0,25*TN1+0,25*TN2+0,5*E.
14. Assessment	The assessment is carried out through the preparation of two numerical assignments (TN1 and TN2), carried out individually or in groups of 2, during the academic period, and a final written exam (E), covering the whole program, lasting 2.5 hours. The 2nd numerical work, more elaborate, must also be presented orally. TN1 and TN2 should be >= 8,00. E should be >= 9,50. Final grade is NF=0,25*TN1+0,25*TN2+0,5*E

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

Os exames medem a aquisição dos conceitos fundamentais dados na unidade curricular. Os trabalhos numéricos permitem a aquisição prática destes conceitos fundamentais.

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

The exams measure the acquisition of the fundamental concepts given in the curricular unit. The numerical projects allow the practical acquisition of these fundamental concepts.

16. Bibliografia de consulta/existência obrigatória

1. Patrício, P., slides da unidade curricular de "Física Estatística Computacional", disponibilizados no moodle.
2. Teixeira, P.I.C. e Casquilho, J.P., "Introdução à Física Estatística", IST Press, 2011.
3. Ball, P., "Massa Crítica. O modo como uma coisa conduz a outra", Gradiva, 2009.
4. Boetcher, L. e Herrmann, H.J, ?Computational Statistical Physics? , Cambridge University Press 2021.

17. Observações

Unidade Curricular Opcional
Unidade Curricular comum ao(s) curso(s) de LEFA

Data de aprovação em CTC: 2025-09-29

Data de aprovação em CP: 2025-09-26