



Ementa – Escola de Computação e Inteligência Artificial (CBPF)

Inteligência Artificial

- Redes neurais, retropropagação, métricas
- CNNs, tratamento de imagens, pré-processamento
- Redes recorrentes, séries temporais, mecanismo de atenção
- Physics Informed Neural Networks e métodos likelihood-free
- LLM e agentes

Física Computacional

- Introdução a física computacional
- Equações diferenciais ordinárias
- Equações diferenciais Parciais
- Métodos estocásticos
- Métodos de Monte Carlo

Hands-on

Astrofísica e Cosmologia Computacional

- De imageamento de observáveis à estatística sumária
- Espectro de Potência, Matriz Covariância
- Cálculo da função verosimilhança e CI's teórico
- Simulações com Einstein-Boltzmann solver: CLASS
- Monte Carlo Markov Chains - MCMC
- Análise estatística, contour plots e unblinding das simulações

Bibliografia

- Modern Cosmology - S. Dodelson, F. Schmidt
- Cosmological Perturbation Theory in the Synchronous and Conformal Newtonian Gauges - C.-P. Ma, E. Bertschinger arXiv:9506072 [astro-ph]
- CLASS I: Overview - J. Lesgourgues, arXiv:1104.2932 [astro-ph.IM]
- CLASS II: Approximation schemes - D.Blas, J.Lesgourgues, T.Tram, JCAP 1107 (2011) 034
- Statistical methods in cosmology - Licia Verde arXiv:0911.3105 [astro-ph.CO]

Fundamentos Estatísticos em Física Computacional e Aplicações

- Passeios aleatórios e difusão
- Partículas brownianas ativas
- Modelo de Heisenberg e dinâmica de spin.
- Sistemas caóticos

Bibliografia

- R. K. Pathria & P. D. Beale – Statistical Mechanics (3rd ed., Elsevier, 2011).
- H. Gould, J. Tobochnik & W. Christian – An Introduction to Computer Simulation Methods (Applications to Physical Systems) (3rd ed., Addison-Wesley, 2006).
- C. Bechinger et al. – Active particles in complex and crowded environments. Rev. Mod. Phys. 88, 045006 (2016).
- M. Plischke & B. Bergersen – Equilibrium Statistical Physics (4th ed., World Scientific, 2021).
- S. H. Strogatz – Nonlinear Dynamics and Chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering (2nd ed., CRC Press, 2015).
- Toschi, Federico, and Marcello Sega (eds.). Flowing Matter. Series Soft and Biological Matter. Cham: Springer, 2019. DOI: 10.1007/978-3-030-23370-9.

Computação Quântica

Introdução à Computação Quântica

- Conceitos básicos: qubits, estados quânticos, portas lógicas, medições
- Emaranhamento e coerência
- Teleporte quântico
- Troca de emaranhamento
- Instalação e configuração do Qiskit
- Criação e execução de circuitos quânticos

Implementação de Algoritmos Quânticos

- Estimativa de Fase
- Determinação de autovalores e autovetores

Bibliografia

- Nielsen, M. A.; Chuang, I. L. (2010). Quantum Computation and Quantum Information. Cambridge University Press.
- Oliveira, I. S.; Bonagamba, T. J.; Sarthour, R. S.; Freitas, J. C. C.; de Azevedo, E. R. (2007). NMR Quantum Information Processing. Elsevier.

Métodos Computacionais em Física de Altas Energias

- Introdução aos conceitos básicos de Física de Partículas
- Fundamentos de probabilidade e inferência estatística
- Simulações de detectores, reconstrução e análise de dados
- Classificadores lineares, árvores de decisão e redes neurais aplicados à análise de eventos do LHC
- Otimização e avaliação de desempenho
- Uso prático de frameworks de Machine Learning em HEP
- Ajustes de verossimilhança (likelihood fits) e testes de hipótese
- Técnicas avançadas de identificação de anomalias

Bibliografia

- G. Cowan – Statistical Data Analysis, Oxford University Press (1998)
- L. Lyons – Statistics for Nuclear and Particle Physicists, Cambridge University Press (1986)
- M. Thomson – Modern Particle Physics, Cambridge University Press (2013)
- A. Radovic et al. – Machine Learning at the Energy and Intensity Frontiers of Particle Physics, Nature 560, 41–48 (2018)
- A. Rogozhnikov – Reweighting with Boosted Decision Trees, J. Phys. Conf. Ser. 762 (2016) 012036.



Geofísica com IA

- Problema Direto e Problema Inverso em Geofísica
- Full waveform inversion usando diferenciação automática
- Construção de modelos de velocidades com redes neurais
- Caracterização petrofísica assistida por aprendizado de máquina

Bibliografia:

- A general approach to seismic inversion with automatic differentiation, Zhu, W; Xu, K; Darve, E; Beroza, G C, Computers&Geosciences 151 (2021)
- Review of physics-informed machine-learning inversion of geophysical data, Schuster, G T; Chen, Y e Feng, S. Geophysics 89, 6 (2024)
- Machine learning methods in geoscience, Schuster, G T. Society of Exploration Geophysicists (2024)

