



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ**

**Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas  
Colegiado do Curso de Física**



## **PPC FÍSICA LICENCIATURA - vigente a partir de 2022**

### **Ementas das Disciplinas Optativas**

As disciplinas optativas da grade curricular do curso de bacharelado em Física foram pensadas com o objetivo de ampliar o leque de possibilidades de aprendizado do aluno. Elas estão relacionadas, obviamente, com as áreas de pesquisa dos docentes do curso. Por este motivo, há disciplinas da área de Astrofísica, Física Médica, Física Nuclear e das Radiações, Gravitação e Cosmologia, Teoria de Campos, Ótica Quântica, dentre outras. Mas algumas delas foram também pensadas para aprofundar temas encontrados em disciplinas obrigatórias da grade curricular. Dentre estas, podemos citar as disciplinas de Mecânica Quântica II e Mecânica Clássica Avançada. Também criamos duas disciplinas, chamadas de Elementos I e II, que não têm uma ementa pré-definida. Neste sentido, elas são análogas às disciplinas de Tópicos Avançados I e II do programa de pós-graduação em Física da UESC, o PROFÍSICA, e seu objetivo é dar flexibilidade à grade curricular. Quando da contratação de um professor visitante, ou da visita de um professor à instituição, as disciplinas de Elementos poderão ser usadas para que os alunos aproveitem da *expertise* deste pesquisador. Elas também podem ser moldadas de acordo com a conveniência de uma dada turma de alunos, que pode ter interesse num tema que não foi inicialmente contemplado na grade. Finalmente, estas disciplinas são perfeitas para abordar temas contemporâneos de pesquisa.

#### **Astroestatística**

Carga horária: 75 h

Créditos: 5

Pré-requisitos: Programação II, Probabilidade e Estatística

*Ementa:* Testes de hipótese paramétricos e não-paramétricos. Teste de Qui-quadrado e de Kolmogorov-Smirnov. Regressão linear. Método de máxima verossimilhança. Séries temporais astronômicas. Análise e decomposição de misturas multivariáveis. PCA. Estimacão de densidades. Métodos de re-amostragem. Função de correlação. Wavelets. Análise Bayesiana. Introdução a redes neurais. Garimpagem de dados. Classificadores supervisionados e não supervisionados.

CHATTOPADHYAY, A.K.; CHATTOPADHYAY, T., *Statistical Methods for Astronomical Data Analysis*, Springer Series in Astrostatistics Book 4, 2014.

FEIGELSON E. D., BABU, G. J., *Statistical Challenges in Astronomy*, Springer, 2003.

FEIGELSON E. D.; BABU, G. J., *Modern Statistical Methods for Astronomy with R Applications*, Cambridge University Press, 2012.

HILBE, J.M.; DE SOUZA, R.S.; ISHIDA, E. E. O., *Bayesian Models for Astrophysical Data: Using R, JAGS, Python, and Stan*, Cambridge University Press, 2017.

MURTAGH, F., HECK, A., *Multivariate Data Analysis*, Springer, 1986.

SARRO, L. M., EYER, L., O'MULLANE, W., DE RIDDER, J., *Astrostatistics and Data Mining* (Springer Series in Astrostatistics Book 2), Springer, 2012.

### **Astrofísica computacional**

Carga horária: 75 h

Créditos: 5

Pré-requisitos: Programação II, Mecânica Clássica I

*Ementa:* Métodos de discretização de equações diferenciais. Métodos Eulerianos (Godunov, Flux-vetor splitting) e Lagrangianos (SPH). Introdução à magnetohidrodinâmica numérica. Simulações de N-corpos. Introdução à programação paralela (MPI). Método de Monte Carlo. Tratamento de dados.

AARSETH, S. J., *Gravitation N-Body Simulations*, Cambridge University Press, 2009.

ANDERSON JR, J. D., *Computational Fluid Dynamics: The Basic with Applications*, McGraw-Hill, 1995.

PACHECO, P., *Parallel Programming with MPI*, Morgan Kaufmann 1<sup>st</sup> edition, 1996.

PULS, J., *Computational Methods in Astrophysics: Monte Carlo Simulation and Radiative Transfer*, LM Univ. München, 2005.

TORO, E. F., *Riemann Solvers and Numerical Methods for Fluid Dynamics*, Springer, 2009.

### **Astrofísica do Meio Interestelar**

Carga horária: 60 h

Créditos: 4

Pré-requisitos: Estrutura da Matéria I

*Ementa:* Componentes do meio interestelar. Poeira. Regiões ionizadas. Regiões neutras. Aquecimento e Resfriamento. Moléculas. Dinâmica: formação estelar, choques, remanescentes de supernovas.

MACIEL, W. J., *Astrofísica do Meio Interestelar*, EDUSP, 2002.

DYSON, J. E., WILLIAMS, D. A., *Physics of the interstellar Medium*, Wiley, 1980.

TIELENS, A. G. G. M., *The Physics and Chemistry of the Interstellar Medium*, Cambridge University Press, 2010.

STAHLER, S. W., PALLA, F., *The Formation of Stars*, Willey-VCH, 2004.

OSTERBROCK, D. E., *Astrophysics of Gaseous Nebulae and Active Galactic Nuclei*, University Science Books, 1989.

### **Astrofísica Estelar**

Carga horária: 60 h

Créditos: 4

Pré-requisitos: Estrutura da Matéria I

*Ementa:* Introdução à formação estelar. Grandezas físicas pertinentes. O diagrama HR. Estrutura estelar. Evolução pós-sequência principal. Estágios finais de evolução estelar.

CARROL, B. W., OSTLIE, D. A., *An Introduction to Modern Astrophysics*, Pearson, 2007.

BEECH, M., *Introducing Stars*, Springer, 2019.

MACIEL, W. J., *Introdução à Estrutura e Evolução Estelar*, EDUSP, 1999.  
MAOZ, D., *Astrophysics in a Nutshell*, Princeton University Press, 2007.  
OLIVEIRA FILHO, K. S., SARAIVA, M. F. O., *Astronomia e Astrofísica*, Editora da UFRGS, 2000.

### **Astrofísica Galáctica e Extragaláctica**

Carga horária: 60 h

Créditos: 4

Pré-requisitos: Estrutura da Matéria I

*Ementa:* A Galáxia. Propriedades Gerais das Galáxias. Grupos e Aglomerados de Galáxias. Cosmologia Newtoniana. Parâmetros Cosmológicos.

BINNEY, J., TREMAINE, S., *Galactic Dynamics*, Princeton University Press, 2008.  
BINNEY, J., MERRIFELLD, M., *Galactic*, Princeton University Press, 1998.  
LONGAIR, M. S., *Galaxy Formation*, Springer, 1998.

### **Cálculo de Formas e Aplicações à Física**

Carga horária: 60 h

Créditos: 4

Pré-requisitos: Cálculo Diferencial e Integral III

*Ementa:* Álgebra exterior: produto exterior, transformações lineares, espaços com produto interno. Derivada exterior: formas diferenciais, derivada exterior, mapas, mudança de coordenadas, o lema de Poincaré. Aplicações: sistemas de referência em movimento, relação entre matrizes ortogonais e anti-simétricas, o laplaciano em coordenadas ortogonais. Variedades. Vetores tangentes. Integração de formas, teorema de Stokes. Teoremas dos períodos e de De Rham. Superfícies. Exemplos. Aplicações: no espaço euclidiano, às equações diferenciais, à Física.

SCHUTZ, B., *Geometrical Methods of Mathematical Physics*, Cambridge Univ. Press, 1980.

BOOTHBY, W., *An Introduction to Differentiable Manifolds and Riemannian Geometry*, 2<sup>nd</sup> edition, Academic Press, 440 p., 2002.

ARFKEN, G., WEBER, H. J., HARRIS, F. E., *Mathematical Methods for Physicists, Seventh Edition: A Comprehensive Guide*, Academic Press, 1220 p., 2012.

### **Computação Quântica**

Carga horária: 60 h

Créditos: 4

Pré-requisitos: Mecânica Quântica I

*Ementa:* Autovalores e autovetores. Completeza. Sistemas de dois níveis spin  $\frac{1}{2}$ . Bit e qubit. Operadores de rotação. Interferência. Emaranhamento. Estados de Bell. Tele-transporte. Problema de dois bits de Deutsch. Paralelismo quântico. Transformada de Fourier. Algoritmos quânticos P. Shor (fatoração) e L. Grover (busca). Decoerência. Fontes de erro. Correção. Implementação experimental: SQUIDS, cavidades, QED, armadilhas de íons. Ressonância magnética nuclear.

NIELSEN, M. A., CHUANG., I. L., *Computação Quântica e Informação Quântica*, Bookman, 2005.

MACCHIAVELLO, C., PALMA, G. M., ZEILINGER, A., Eds.: *Quantum Computation and Quantum Information Theory: Reprint Volume with Introductory Notes for ISI TMR Network School*, World Scientific, 2000.

PRESKILL, J., Quantum Information and Physics: Some Future Directions. *Journal of Modern Optics*, 47.2-3 (2000): 127-137.

MEYSTRE, P., SARGENT III, M., *Elements of Quantum Optics*, Springer-Verlag, 1999. SCULLY, M. O., ZUBAIRY, M. S., *Quantum Optics*, Cambridge University Press, 1996. WALLS, D. F., MILBURN, G. J., *Quantum Optics*, Springer-Verlag, 1994.

### **Efeitos das Radiações na Saúde**

Carga horária: 60 h

Créditos: 4

Pré-requisitos: Estrutura da Matéria I

*Ementa:* Efeitos biológicos das radiações ionizantes e não-ionizantes na saúde humana. Interação da radiação com a matéria. Grandezas e unidades na proteção radiológica. Estágios e mecanismos de ação das radiações. Resultados recentes dos efeitos biológicos. Hormesis. Evolução dos valores de limite de dose. Modelo da Relação entre Efeito e Dose.

AICHINGER, H. et al., *Radiation Exposure and Image Quality in X-Ray Diagnostic Radiology*, 2<sup>nd</sup> ed., Springer, 2012.

BUSHONG, S. C., *Radiologic Science for Technologists*, Elsevier Mosby, 2005.

HENEINE, I. F., *Biofísica Básica*, Editora Atheneu, 1999.

ICNIRP – *The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*, Guidelines on Limits of Exposure to Ultraviolet Radiation of Wavelengths between 180nm and 400nm (Incoherent Optical Radiation), *Health Physics*, v. 87, n. 2, p. 171-186, 2004.

ICRP – *International Commission on Radiological Protection*, ICRP statement on tissue reactions and early and late effects of radiations un normal tissues and organs – threshold doses for tissue reactions in a radiation protection context. ICRP Publication, v. 118, n. 41, p. 1-2, 2012.

OKUNO, E., CALDAS I. L., CHOW C., *Física para Ciências Biológicas e Biomédicas*, Harpel e Row, 1986.

OKUNO, E., YOSHIMURA, E., *Física das Radiações*, Oficina de Textos, 2010.

OKUNO, E., VILELA M. A. C., *Radiação Ultravioleta: características e efeitos*, Livraria da Física, 2005.

HOBBIE, R. K., ROTH, B. J. *Intermediate Physics for Medicine and Biology*, 5<sup>th</sup> ed., Springer, 2015.

TAUHATA, L., *Radiações Nucleares: Uso e Cuidados*, Comissão Nacional de Energia Nuclear, 1984.

### **Elementos I**

Carga horária: 60 h

Créditos: 4

Pré-requisitos: a definir

*Ementa e bibliografia:* a definir.

### **Elementos II**

Carga horária: 60 h

Créditos: 4

Pré-requisitos: a definir

*Ementa e bibliografia:* a definir.

### **Física das Vibrações e Ondas**

Carga horária: 60 h

Créditos: 4

Pré-requisitos: Introdução à Ótica e à Relatividade, Estrutura da Matéria I

*Ementa:* Oscilações livres de sistemas simples e com muitos graus de liberdade, Oscilações Forçadas, Ondas Viajantes, Reflexão, Modulações, pulsos e pacotes de ondas, Ondas em duas e três dimensões, Polarização, Interferência e Difração, Exemplos “microscópicos” de osciladores idênticos fracamente acoplados, Relação de dispersão para ondas de Broglie, Velocidades de fase e de grupo para ondas de Broglie, Equações de onda para ondas de Broglie, Radiação eletromagnética de um “átomo” unidimensional, Coerência de tempo e batimentos.

CRAWFORD, F. S., *Waves - Berkeley Physics Course*, v. 3, New York, McGraw-Hill, 1968.

FRENCH, A. P., *Vibrations and Waves*, The M.I.T. Introductory Physics Series, London, W. W. Norton & Company, 1971.

PAIN, H. J, RANKIN, P., *Introduction to Vibrations and Waves*, Wiley, 2015.

BÉCHERRAWY, T., *Mechanical and Electromagnetic Vibrations and Waves*, Wiley-ISTE, 2012.

### **Física Médica**

Carga horária: 60 h

Créditos: 4

Pré-requisitos: Estrutura da Matéria I

*Ementa:* Aspectos gerais das aplicações da Física na Medicina. A Física na compreensão do funcionamento do corpo humano: elementos das bases físicas da vida na célula; mecânica e o corpo humano; a óptica, a visão e o olho; o ouvido e o som. Medições biomédicas: instrumentação, potencial elétrico, pressão, ótica e ultra-som. Radiações ionizantes: elementos básicos da Física das radiações, efeitos biológicos das radiações, fontes e detectores de radiações com aplicações na medicina. Principais técnicas nucleares aplicadas à medicina. Radiologia convencional e Digital. Radioterapia e Medicina Nuclear. Garantia da Qualidade e práticas atuais na aplicação das radiações na medicina. Técnicas de Controle de qualidade em imageologia. Ultrassom na medicina diagnóstica e terapêutica. A nanotecnologia na medicina avanços e perspectivas.

OKUNO, E., CALDAS, I. L., CHOW, C. *Física para Ciências Biológicas e Biomédicas*,

Editora Harbra, 504 p., 1982.

CHANDRA, R., RAHMIM, A., *Nuclear Medicine Physics: The Basics*, 8<sup>th</sup> Ed., Wolters Kluwer Health, 2017.

PODGORSKAK, E. B., *Radiation Physics for Medical Physicists*, 2<sup>nd</sup> Ed., Springer, 745 p., 2010.

TAUHATA, L., ALMEIDA, E. S., *Radiações Nucleares: Uso e Cuidados*, Comissão Nacional de Energia Nuclear, 81 p., 1984.

### **Física Nuclear**

Carga horária: 60 h

Créditos: 4

Pré-requisitos: Mecânica Quântica I

*Ementa:* História e perspectivas da física nuclear. Estrutura dos núcleons. Férmions e Bósons. Constituintes fundamentais. Leis de conservação. Propriedades gerais. Interações. Propriedades do deuteron. Simetria na interação nuclear forte. Espalhamento NN. Teoria de Yukawa das forças nucleares. Interação NN. Propriedades globais do núcleo. Raio e densidade de carga. Forma nuclear e momentos eletromagnéticos. Spin e paridade; isospin. Fórmulas de Massa. Densidade de estados. Excitação nuclear e decaimento: Elemento de matriz de transição nuclear. Interação eletromagnética. Interação fraca, decaimento beta. Modelos de camadas. Modelo generalizado. Reações Nucleares: Dispersão elástica e inelástica. Excitação coulombiana. Núcleo composto. Reações diretas. Modelo ótico. Fissão e reações de íons pesados. Atualidades da Física Nuclear básica e aplicada.

MIZRAHI, S. S.; GALETTI, D., *Física Nuclear e de Partículas - uma Introdução*, Livraria da Física, 512 p., 2016.

CHUNG, K. C., *Introdução à Física Nuclear*, Editora UERJ, 286 p., 2001.

SCHECHTER, H., BERTULANI, C., *Introdução à Física Nuclear*. Editora UFRJ, 448 p., 2007.

WONG, S. S. M., *Introductory Nuclear Physics*, 2<sup>nd</sup> Ed., Wiley-VCH, 472 p., 1999.

### **Fundamentos de Oceanografia Física**

Carga horária: 60 h

Créditos: 3

Pré-requisitos: nenhum

*Ementa:* Aspectos dinâmicos da oceanografia física. Propriedades físicas da água do mar. Distribuição da temperatura, da salinidade e da densidade no oceano. Caracterização e análise das massas de água. Diagramas T/S. Processos de formação das principais massas de água existentes no oceano. A circulações gerada pelo vento: geostrofia, dinâmica de Ekman. Circulação termohalina. Aspectos gerais da circulação e massas de água nos oceanos. Princípio da conservação da vorticidade potencial. Oceanografia costeira. Marés e correntes de maré. Ondas de gravidade. Ondas de tempestade. Correntes induzidas pelo vento, processos de ressurgência/subsidência. Efeito da estratificação. Ondas internas. Ondas aprisionadas na costa. Amostragem e Instrumentação em Oceanografia Física.

APEL, J. R., *Principles of Ocean Physics*, Academic Press, 634 p., 1987.

BOWDEN, K. F., *Physical Oceanography of Coastal Waters*, Ellis Horwood Ltda, 1983.

CSANADY, G. T., *Circulation in the Coastal Ocean*, D. Reidel Pub. Co., 1984.

### **Gravitação e Cosmologia**

Carga horária: 60 h

Créditos: 4

Pré-requisitos: Introdução à Ótica e à Relatividade, Métodos da Física Teórica I

*Ementa:* O campo gravitacional. Gravitação Newtoniana e a equação de Poisson. Experimentos nulos. Princípio da equivalência. Princípio da covariância geral. Tensores. Formas diferenciais. Derivada de Lie. Derivada covariante. Geodésicas.

Tensor de curvatura de Riemann. Identidades de Bianchi. Equação de Einstein. A geometria de Schwarzschild. Singularidades e isometrias. Colapso gravitacional e buracos negros. Universos homogêneos. Modelos de Friedmann-Robertson-Walker.

HARTLE, J. B., *Gravity: An Introduction to Einstein's General Relativity*, Addison-Wesley Professional, 656 p., 2003.

D'INVERNO, R., *Introducing Einstein's Relativity*, Clarendon Press, 394 p., 1992.

SCHUTZ, B. F., *A First Course in General Relativity*, 2<sup>nd</sup> Ed., Cambridge University Press, 393 p., 2009.

RINDLER, W., *Relativity: Special, General, and Cosmological*, 2<sup>nd</sup> Ed., Editora OUP UK 448 p., 2006.

### **Introdução à Astronomia e Astrofísica**

Carga horária: 60 h

Créditos: 4

Pré-requisitos: Cálculo Diferencial e Integral I, Física I

*Ementa:* Sistemas de coordenadas geográficas e astronômicas. Movimento anual do Sol. Descrição e movimento dos objetos do sistema solar. O Sol e as estrelas, nossa Galáxia, Galáxias. Cosmologia. Astronomia Observacional.

FRIAÇA, A. C. S., DAL PINO, E. M. G., SODRÉ JR., L., JATENCO-PEREIRA, V. *Astronomia: Uma Visão Geral do Universo*, 2<sup>a</sup> edição, EDUSP, 288 p., 2008.

KARTTUNEN, H., KRÖGER, P., OJA, H., POUTANEN, M., DONNER, K. J., *Fundamental Astronomy*, 4<sup>th</sup> Ed., Springer-Verlag, 2007.

OLIVEIRA FILHO, K. S., SARAIVA, M. F. O., *Astronomia e Astrofísica*, Editora da UFRGS, 585 p., 2000.

### **Introdução à Física das Partículas e Campos**

Carga horária: 60 h

Créditos: 4

Pré-requisitos: Mecânica Quântica I

*Ementa:* Conceitos básicos sobre partículas elementares: léptons e quarks. Métodos experimentais: aceleradores e detectores. Introdução à mecânica quântica relativística. Elementos de teoria clássica dos campos. Quantização canônica dos campos. Simetrias. Eletrodinâmica quântica: regras de Feynman, cálculo do espalhamento elétron-pósitron. Cromodinâmica quântica: regras de Feynman, processos básicos. Interação fraca. Unificação eletrofraca. Oscilação de neutrinos. Quebra espontânea de simetria. Grande unificação.

PERKINS, D. H., *Introduction to High Energy Physics*, 4th Ed., Cambridge University Press, 442 p., 2000.

GRIFFITHS, D. J., *Introduction to Elementary Particles*, John Wiley & Sons, 392 p., 1987.

MARTIN, B. R., SHAW, G., *Particle Physics*, 3<sup>rd</sup> Ed., John Wiley & Sons, 442 p., 2008.

RYDER, L. H., *Quantum Field Theory*, 2<sup>nd</sup> Ed., Cambridge University Press, 508 p., 1996.

### **Introdução à Física dos Plasmas**

Carga horária: 60 h

Créditos: 4

Pré-requisitos: Eletromagnetismo II

*Ementa:* Definição de plasma e exemplos. Processos colisionais em plasma. Teoria cinética de plasma: equação de Vlasov. Plasma como fluido: magnetohidrodinâmica. Aplicações: movimento de partículas carregadas em campos elétricos e magnéticos, ondas e instabilidades em plasma como fluido.

CHEN, F. F., *Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion*, 3<sup>rd</sup> Ed., Springer International Publishing, 490 p., 2016.

GOLDSTON, R. J., RUTHERFORD, P. H., *Introduction to Plasma Physics*, CRC Press, 510 p., 1995.

JACKSON, J. D., *Classical Electrodynamics*, 3<sup>rd</sup> Ed., John Wiley & Sons, 832 p., 1998.

### **Introdução à Teoria Clássica de Campos**

Carga horária: 60 h

Créditos: 4

Pré-requisitos: Mecânica Clássica II

*Ementa:* O princípio de ação mínima de Hamilton na mecânica clássica. O campo escalar real. Teorema de Noether. Partículas imersas em campos. Teorias de campos singulares.

GOLDSTEIN, H., POOLE JR., C. P., *Classical Mechanics*, 3<sup>rd</sup> Ed., Pearson, 664 p., 2001.

GELFAND, I. M., FOMIN, S. V., *Calculus of Variations*, Ed. Prentice, 1963.

JOSÉ, J. V., SALETAN, E., *Classical Dynamics – A contemporary Approach*, Cambridge University Press, U. K., 1998.

WRESZINSKI, W. F., *Mecânica Clássica Moderna*, EDUSP, Brasil, 1997.

### **Língua Brasileira de Sinais-LIBRAS**

Carga horária: 60 h

Créditos: 3

Pré-requisitos: nenhum

*Ementa:* Compreensão e produção em Língua Brasileira de Sinais (Libras), nos diversos gêneros, em situações sócio discursivas no cotidiano, em nível básico. Trabalho orientado para prática de habilidades viso-motoras e socioculturais em Libras, de acordo com a especificidade de cada curso.

ALMEIDA, Wolney Gomes (org.). *Educação de Surdos: formação, estratégias e prática docente*. Ilhéus, BA. Editus, 2015.

ALMEIDA, M.O.S. *Língua Brasileira de Sinais: Ferramenta didática e lúdica para intensificar o aprendizado da Libras*. Ilhéus-Ba: Editus, 2016.

BRASIL. Lei 10.436/2002, de 24 de abril de 2002. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras, e o art. 18 da Lei no 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Brasília, 2005.

BRASIL. Decreto Nº 5.626/2005, de 22 de dezembro de 2005. Regulamenta a Lei no 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras, e o art. 18 da Lei no 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Brasília, 2005.



ESTRITA SEL – Sistema de Escrita para Língua de Sinais. [Blog Internet]. Vitória da Conquista, Brasil. Disponível em: <<http://sel-Libras.blogspot.com.br/>>. Acesso a partir de: 10 de jun de 2016.

GESSER, A. LIBRAS? Que língua é essa? Crenças e preconceitos em torno da língua de sinais e da realidade surda: São Paulo: Parábola Editorial, 2009.

BRITO, L. F. Por uma gramática de língua de sinais. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro: UFRJ, Departamento de linguística e Filologia, 1995.

SKLIAR, Carlos (org.). A surdez: Um olhar sobre as diferenças. (org.). Porto Alegre: Mediação, 1998.

LESSA-DE-OLIVEIRA, A. S. C.; SOUSA, R. B. A formação lexical em Libras. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2015.

### **Mecânica Clássica Avançada**

Carga horária: 60 h

Créditos: 4

Pré-requisitos: Mecânica Clássica II

*Ementa:* Revisão de conceitos básicos da Mecânica Analítica. Teorema de integrabilidade de Arnold Liouville. Teoria de perturbação dependente e independente do tempo. Invariantes adiabáticos. Teoria de sistemas com vínculos e parêntesis de Dirac. O grupo de Galileu. O grupo de Poincaré. Caos. Mapas de Poincaré. Teorema KAM (Kolmogorov-Arnold-Moser).

GOLDSTEIN, H., POOLE JR., C. P., *Classical Mechanics*, 3<sup>rd</sup> Ed., Pearson, 664 p., 2001.

SUDARSHAN, E. C. G., MUKUNDA, N., *Classical Dynamics: a Modern Perspective*, John Wiley & Sons, 1974.

ARNOLD, V. I., *Mathematical Methods of Classical Mechanics*, 2<sup>nd</sup> Ed., Springer-Verlag 1997.

LICHTENBERG, A. J., LIEBERMANN, M. A., *Regular and Stochastic Motion*, Springer-Verlag, 1982.

### **Mecânica Quântica II**

Carga horária: 60 h

Créditos: 4

Pré-requisitos: Mecânica Quântica I

*Ementa:* Propagadores e integrais de caminho de Feynman. Adição de momento angular. Simetria em mecânica quântica. Teoria de perturbação dependente do tempo. Espalhamento por um potencial. Estados de multipartículas. Quantização do campo eletromagnético.

BAYM, G., *Lectures on Quantum Mechanics*, W. A. Benjamin, 1978.

COHEN-TANNOUDJI, C., DIU, B.; LALOE, F., *Quantum Mechanics*, vols. 1 e 2, John Wiley and Sons, 1977.

SAKURAI, J. J., NAPOLITANO, J., *Mecânica Quântica Moderna*, 2<sup>a</sup> edição, Bookman Editora, 2013.

TOLEDO PIZA, A. F. R., *Mecânica Quântica*, EDUSP, 2003.

### **Metodologia Científica**

Carga horária: 60 h

Créditos: 4

Pré-requisitos: nenhum

*Ementa:* Formas de conhecimento: tipos, características e relações; Evolução do Pensamento Científico, o Racionalismo e o Empirismo; Critérios de demarcação científica; O conceito de paradigma na ciência; Os Métodos Clássicos: Indutivo, Dedutivo e Hipotético-Dedutivo; Delineamentos de Pesquisa e a Elaboração de Projetos; Transmissão de Conhecimento Científico: seminários, resenhas, artigos científicos, relatórios e monografias; Trabalho científico: estruturação e redação técnico-científica.

MARCONI, M. de A., LAKATOS, E. M., *Fundamentos de Metodologia Científica*, 3ª ed. São Paulo: Atlas, 1996.

DEMO, P., *Pesquisa: princípio científico e educativo*, 10ª ed. São Paulo: Cortez, 2003.

MARCONI, M. de A., LAKATOS, E. M., *Fundamentos de metodologia científica*, 3ª ed. São Paulo: Atlas, 1996.

ALEXANDRE, M. J. de O., *Construção do Trabalho Científico*, 1ª ed., Forense Universitária, 2003.

PIRES, A. S., *Evolução das Ideias da Física*, Editora Livraria da Física, 2011.

### **Métodos Observacionais em Astrofísica**

Carga horária: 75 h

Créditos: 5

Pré-requisitos: Programação II, Física IV

*Ementa:* Telescópios e instrumentação astronômica. Técnicas básicas de redução de imagens. Fotometria, espectroscopia e astrometria. Banco de dados, catálogos astronômicos e observatório virtual. Atividades práticas envolvendo objetos do Sistema Solar, meio interestelar, estrelas e galáxias. Facilidades observacionais brasileiras. Planejamento e execução de projetos observacionais.

BRADT, H., *Astronomy Methods*, Cambridge University Press, 2004.

GALLAWAY, M., *An Introduction to Observational Astrophysics*, Springer, 2016.

HOWELL, S. T., *Handbook of CCD Astronomy*, Cambridge University Press, 2<sup>nd</sup> Ed., 2006.

STARCK, J.-L., MURTAGH, F., *Astronomical Image and Data Analysis*, Springer, 2002.

### **Mudanças Climáticas e Física**

Carga horária: 60 h

Créditos: 3

Pré-requisitos: nenhum

*Ementa:* Efeito das mudanças climáticas sobre sistemas naturais. Mudança climática global: principais teorias e evidências globais e regionais de mudança climática; Variações do nível do mar; Aquecimento Global, Ondas planetárias, El Niño, Secas e fogos. Dinâmica natural de fogos nos Cerrados e, de ações humanas na Amazônia. Regime Hídrico e Secas, Variabilidade dos Oceanos e da Atmosfera. Previsibilidade dos impactos; Mecanismos de adaptação das populações às mudanças climáticas : Migrações, extinções. Pressões sobre o ambiente natural e humano. Efeitos do aquecimento sobre os organismos, ecossistemas e consequências ecológicas; Observação de evidência de mudanças climáticas no ambiente regional de ilhéus e da Bahia.

BARKER, A. C., GLYNN, P. W., RIEGL, B., Climate change and coral reef bleaching: An ecological assessment of long-term impacts, recovery trends and future outlook. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 80: 435-471., 2008.

BURROWS, M.T., et al. The pace of shifting climate in marine and terrestrial ecosystems. *Science*, 334, 652-655, 2011.

HARTMANN, D. L., *Global physical climatology*, San Diego: Academic Press, 411 p., 1994..

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC), *The Fourth Assessment Report (parts I, II, & III)*, Cambridge University Press, 2007.

LAMBIN, E. F., GEIST, H. J., *Land-use and land-cover change: local processes and global impacts*, Springer, 2006.

### **Ótica Física**

Carga horária: 60 h

Créditos: 4

Pré-requisitos: Introdução à Ótica e à Relatividade

*Ementa:* Ondas eletromagnéticas em regiões de contorno. Teoria da Interferência e interferômetros. Teoria da difração. Espalhamento de ondas eletromagnéticas. Ótica em cristais (meios anisotrópicos). Lasers.

BORN, M., WOLF, E., *Principles of Optics*, 7ª edição, Cambridge Univ. Press, 2001.

FOWLES, G. R., *Introduction to Modern Optics*, 2ª edição, Dover, New York, 1975.

HETCH, E., *Optics*, 5ª edição, Pearson, 2016.

### **Ótica Quântica: uma Introdução**

Carga horária: 60 h

Créditos: 4

Pré-requisitos: Mecânica Quântica I

*Ementa:* Quantização da radiação eletromagnética. Estados básicos de campo eletromagnético. Estatística dos fótons. Interação da radiação com a matéria. Átomos em cavidades. Decoerência e emaranhamento.

WALLS, D. F., MILBURN, G. J., *Quantum Optics*, Springer-Verlag, 2008.

FOX, M., *Quantum optics: an introduction*, Oxford University Press, 2006.

GRYNBERG, G., ASPECT, A., FABRE, C., *Introduction to Quantum Optics: From the Semi-classical Approach to Quantized Light*, Cambridge University Press, 2010.

BARNETT, S. M., RADMORE, P. M., *Methods in theoretical quantum optics*, Oxford Univ. Press, Oxford, 1997.

LOUISELL, W. H., *Quantum Statistical Properties of Radiation*, Wiley, 1973.

SCHLEICH, W. P. *Quantum Optics in Phase Space*, Wiley, New York, 2001.

GERRY, C., KNIGHT, P. *Introductory Quantum Optics*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2005.

LOUDON, R., *The Quantum Theory of Light*, 3rd edition, Oxford Univ. Press, Oxford, 2000.

### **Teoria de Grupos Aplicada à Física**

Carga horária: 60 h

Créditos: 4

Pré-requisitos: Métodos da Física Teórica I, Mecânica Quântica I

*Ementa:* Elementos de teoria de grupos. Teoria de representações de grupos finitos. Mecânica quântica e teoria de grupos. Degenerescências. Defeitos. Campo cristalino. Regras de seleção. Vibrações moleculares. Orbitais moleculares adaptados por simetria. Propriedades translacionais em cristais. Estrutura de bandas. Grupos espaciais. Vibrações da rede. Grupos contínuos. Grupos e álgebras de Lie. Geradores de grupos de Lie.

FAZZIO, A., WATARI, K., *Introdução à teoria de grupos com aplicações em moléculas e sólidos*, Editora da UFSM, 1998.

JEEVANJEE, N., *An Introduction to Tensors and Group Theory for Physicists*, Birkhauser, 242 p., 2011.

TINKHAM, M., *Group Theory and Quantum Mechanics*, Dover, 2003.

HAMERMES, M., *Group Theory and its Application to Physical Problems*, Dover, 1989.

LAX, M., *Symmetry Principles in Solid State and Molecular Physics*, Dover, 2001.

### **Teoria Quântica de Campos**

Carga horária: 60 h

Créditos: 4

Pré-requisitos: Mecânica Quântica I

*Ementas:* Segunda Quantização. Introdução à mecânica quântica relativística e à teoria clássica dos campos. Quantização canônica de campos escalares e de campos fermiônicos. Simetrias. Teoria de gauge. Propagadores e perturbações. Diagramas de Feynman. Integrais de Caminho e a teoria estatística de campos. Elementos de renormalização e regularização. Aplicações em matéria condensada e física de partículas.

LANCASTER, T., BLUNDELL, S. J., *Quantum Field Theory for the Gifted Amateur*, Oxford University Press, 485 p., 2014.

SCHWARTZ, M. D., *Quantum Field Theory and the Standard Model*, Cambridge University Press, 863 p., 2013.

ZEE, A., *Quantum Field Theory in a Nutshell*, 2<sup>nd</sup> Ed., Princeton University Press, 576 p., 2010.

GOMES, M. O. C., *Teoria Quântica dos Campos*, 2<sup>a</sup> edição, EDUSP, 536 p., 2015

RYDER, L. H., *Quantum Field Theory*, 2<sup>nd</sup> Ed., Cambridge University Press, 508 p., 1996.

### **Teoria Quântica de Muitos Corpos**

Carga horária: 60 h

Créditos: 4

Pré-requisitos: Mecânica Quântica I

*Ementas:* Segunda quantização. Excitações elementares. Líquidos de Bose e Fermi. Quasi-partículas: fônons, magnons, etc. Formalismo para  $T = 0$ : versão de interação, funções de Green de uma partícula, teorema de Wick. Teoria de perturbações e análise diagramática. Bósons e férmions interagentes. Função de Green de temperatura de uma partícula, teoria de perturbações e análise diagramática a temperatura finita. Bósons e férmions interagentes revisitados. Teoria da resposta linear: a teoria para  $T = 0$ , modos coletivos, blindagem, função de Green de tempo real, a teoria para  $T = 0$  e aplicações.

FETTER, A. L., WALECKA, J. D., *Quantum Theory of Many-Particle Systems*, McGraw-Hill, 1971.

ABRIKOSOV, A. A., GORKOV, L. P., DZIALOSHINSKI, L. E., *Methods of Quantum Field Theory in Statistical Physics*, Dover, 1975.

NEGELE, J. W., ORLAND, H., *Quantum Many-Particle Systems*, Westview Press, 1998.

MAHAN, G. D., *Many-Particle Physics*, 3<sup>rd</sup> Ed., Springer, 785 p., 2000.