



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM ENSINO DE FÍSICA**

**MESTRADO EM ENSINO DE FÍSICA**

**INSTITUTO DE FÍSICA  
UFRJ**

**Dezembro de 2006**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**  
**CURSO DE MESTRADO EM ENSINO DE FÍSICA**  
**INSTITUTO DE FÍSICA – UFRJ**

**I. Introdução**

*i) Razões para um Mestrado em Ensino de Física no IF-UFRJ*

A situação da educação no Brasil, em particular do ensino nos níveis fundamental e médio, medida através dos vários indicadores existentes, revela um quadro de insuficiência no desempenho dos estudantes das diferentes redes de ensino. Há indícios de uma queda progressiva nos padrões globais de rendimento escolar. Nas áreas de Ciências e Matemática, os resultados de várias avaliações apontam para uma situação bastante deteriorada, tanto em relação aos resultados do alunado quanto em relação à formação (em quantidade e qualidade) dos professores em todos os níveis.

A peça fundamental na mudança deste quadro é o professor. É indispensável que sejam adotadas políticas que resultem em melhores condições de trabalho nas escolas e maiores salários para os docentes. Mas também é essencial que sejam implementados amplos programas de capacitação profissional (de cursos de atualização à pós-graduação *stricto sensu*), preferencialmente integrados a ambientes de pesquisa educacional e científica.

O Instituto de Física da UFRJ pode contribuir muito para a capacitação profissional em alto nível de professores de Física. O Instituto tem grande experiência acumulada na formação inicial de professores, com seu curso de Licenciatura em Física e com a iniciativa pioneira do curso de Licenciatura em Física a Distância no consórcio CEDERJ. Na formação continuada de professores, vários projetos já foram ou estão sendo desenvolvidos no IF-UFRJ, destacando-se os realizados no âmbito do Projeto Pró-Ciências (CAPES/FAPERJ, 1996-2000), Projeto ProMed (MEC/BID/SEERJ/UFRJ, 2005-2006) e Programa Sucesso Escolar (SEERJ/UFRJ, 2004-2006). O Instituto também integra o Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento em Ensino de Matemática e Ciências, um dos cinco centros de referência da Rede Nacional de Formação Continuada do MEC. Docentes do IF-UFRJ coordenaram o Programa de Reorientação Curricular promovido pela Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro. Na produção e disseminação de material didático, o Laboratório Didático do Instituto de Física (LADIF) há anos vem desenvolvendo experimentos e vídeos educacionais de alta qualidade para uso no ensino básico e superior. No que diz respeito à pesquisa em Ensino de Física, vários docentes do IF têm atividade reconhecida nessa área e podem desempenhar papel importante em um curso de pós-graduação voltado para a capacitação de professores.

*ii) Por que mestrado profissional?*

A melhor maneira de se implementar um programa de aperfeiçoamento de professores no IF-UFRJ parece ser via um curso de mestrado de caráter *profissional* em Ensino de Física.

Cursos desse tipo têm operado com bastante sucesso em algumas universidades brasileiras, como a UFRGS.

É importante esclarecer as diferenças entre um mestrado profissional e os mestrados acadêmicos tradicionais. A Capes define o mestrado profissional como uma forma do Sistema Nacional de Pós-Graduação “ampliar sua interface com os setores não-acadêmicos da sociedade brasileira, tendo em vista a formação de recursos humanos ... para o exercício de profissões outras que *não a de docente pesquisador*”.<sup>1</sup> Nesses termos, o propósito de um mestrado profissional em Ensino de Física deve ser o de formar recursos humanos de alta qualificação para atuar nas escolas média e fundamental. Um mestrado acadêmico, por sua vez, deve formar pesquisadores em Ensino de Física, cuja atuação se dará principalmente no ensino superior. Mesmo reconhecendo a importância da formação desses quadros acadêmicos, parece claro que a crise educacional mencionada acima será melhor enfrentada com programas de capacitação que atinjam diretamente os professores das escolas média e fundamental.

Outra diferença entre os mestrados acadêmico e profissional está no financiamento. A Capes e demais órgãos federais via de regra não dão suporte financeiro aos mestrados profissionais, ao contrário do que ocorre nos mestrados acadêmicos. Entretanto existe a possibilidade, explicitada em documentos da Capes,<sup>1</sup> de “apoiar, no todo ou em parte, iniciativas mais particularmente voltadas para o desempenho de funções básicas do Estado”. O ensino fundamental e médio foi reconhecido como uma dessas funções básicas do Estado, e a Capes tem financiado vários cursos de mestrado profissional na área de Ensino de Ciências e Matemática. De qualquer modo, deve ser ressaltado que o mestrado profissional do IF-UFRJ será inteiramente gratuito para os estudantes, como são todos os outros cursos de graduação e pós-graduação oferecidos pelo Instituto de Física.

Também é necessário distinguir o mestrado profissional dos cursos de aperfeiçoamento. Os últimos são cursos de pós-graduação *lato sensu*, que não são credenciados pela Capes. Diversas iniciativas de formação continuada de professores, algumas inclusive no IF-UFRJ, têm sido realizadas desta maneira e dado contribuições importantes à melhoria do ensino médio. Entretanto, as exigências impostas pela Capes para o credenciamento de mestrados na área de Ensino de Ciências e Matemática demonstram claramente que, dentro do Sistema Nacional de Pós-Graduação, a responsabilidade pela capacitação profissional de professores no mais alto nível cabe aos cursos de mestrado profissional *stricto sensu*. O objetivo da pós-graduação em ensino do IF-UFRJ é formar recursos humanos de alta qualificação para atuar no ensino médio, o que explica a opção da presente proposta pelo mestrado de caráter profissional.

*iii) Em que consistiria um Mestrado Profissional em Ensino de Física no IF-UFRJ*

O curso de mestrado proposto deve tratar essencialmente do aprofundamento e integração dos saberes disciplinar (*o que ensinar*) e pedagógico (*como ensinar*). Ele deve concentrar-se na ampliação da base conceitual dos alunos-professores, introduzindo novas idéias e

---

<sup>1</sup> Capes - Parâmetros Para Análise de Projetos de Mestrado Profissional, julho/2002.

formulações, e apresentando temas correntes da Física e das teorias de aprendizagem. Aos mestrandos devem ser fornecidos elementos para que desenvolvam uma visão sólida e abrangente da Física, inclusive de sua história e epistemologia, e instrumentos pedagógicos eficientes que lhes permitam ligar esses conhecimentos à prática docente.

Para que isto se concretize é necessário que o curso de mestrado tenha disciplinas obrigatórias que superem amplamente os conteúdos de Física ministrados atualmente nas licenciaturas, aproximando-se do que é tratado nos cursos de bacharelado (sem excessos de “treinamento operacional”). Também são necessárias disciplinas que relacionem estes conteúdos específicos com o conhecimento produzido nas áreas de pesquisa em Ensino de Física e em Educação. O desenvolvimento e uso de material instrucional – demonstrações, experimentos de laboratório, textos, vídeos, simulações computacionais, etc. – será tratado principalmente em disciplinas eletivas, que devem aproveitar a experiência dos docentes do IF na produção de material didático. Disciplinas eletivas também devem ser utilizadas para, de acordo com os interesses do mestrando, abordar de forma flexível tópicos em Física, Pedagogia, História e Filosofia da Ciência não tratados nas cadeiras obrigatórias.

As considerações acima devem ser compatibilizadas com o tempo de duração do curso de mestrado, previsto para *dois anos*. A proposta de curso incorpora 7 disciplinas obrigatórias, cada uma correspondendo a 2 créditos (2 horas de aula semanais durante 15 semanas). O curso se completará com mais 10 créditos em disciplinas eletivas. A grade curricular sugerida é a seguinte:

1º semestre	2º semestre	3º semestre	4º semestre
Tópicos de Física Clássica I 2 hs/sem	Tópicos de Física Clássica II 2 hs/sem	Mecânica Quântica 2 hs/sem	Eletivas 2 hs/sem
Aprendizagem em Física 2 hs/sem	Tópicos de Ensino de Física 2 hs/sem	Eletivas 2 hs/sem	Eletivas 2 hs/sem
História da Física 2 hs/sem	Métodos Matemáticos 2 hs/sem	Eletivas 2 hs/sem	Eletivas 2 hs/sem

Todos os docentes do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física serão responsáveis pelas disciplinas obrigatórias e eletivas oferecidas pelo curso de Mestrado em Ensino de Física.

Além de cursar um mínimo de 24 créditos em disciplinas obrigatórias e eletivas, o aluno-professor deve elaborar uma dissertação de mestrado. A dissertação deve produzir material relevante para o ensino de Física, e será avaliado por uma banca indicada pela Comissão de Pós-Graduação do curso.

O mestrado profissional em ensino é um programa de tempo parcial, em que a maioria dos alunos deverá manter suas atividades profissionais, não se afastando das escolas onde lecionam. Para isso todas as atividades *presenciais* do curso de mestrado serão concentradas em um ou dois dias da semana.

*iv) Carga didática associada ao Mestrado em Ensino de Física*

O programa proposto resultaria em um aumento relativamente pequeno na carga didática do Instituto de Física, de aproximadamente 12 horas-docente por semana. Em média, apenas 2 professores com 8 horas de aula por semana bastariam para ministrar as disciplinas obrigatórias e eletivas do curso, supondo o ingresso de uma turma por ano.

*v) Número previsto de alunos*

O curso de Mestrado em Ensino de Física deve receber inicialmente 12 alunos por ano, número considerado compatível com a capacidade de orientação do corpo docente, atualmente com 18 membros.

*vi) Infraestrutura disponível*

- *Administração* – O programa utilizará a estrutura de secretaria existente no Instituto de Física da UFRJ.
- *Salas para docentes* – Todos os docentes do programa possuem salas no Instituto de Física da UFRJ equipadas com computadores.
- *Salas para alunos* – Os alunos do programa terão salas no Instituto de Física da UFRJ, cedidas em número compatível com as necessidades discentes e com a disponibilidade de espaço no Instituto.
- *Acesso a computadores* – Os alunos do programa terão acesso aos computadores do laboratório de informática do Instituto de Física da UFRJ, todos ligados à Internet por conexão de alta velocidade.
- *Laboratórios* – Os alunos do programa poderão desenvolver atividades no Laboratório Didático do Instituto de Física (LADIF), mediante aprovação da coordenação do laboratório.
- *Biblioteca* – A Biblioteca do Instituto de Física da UFRJ tem mais de 10.000 livros em todas as áreas da Física, computadores para acesso ao Portal de Periódicos da Capes, e cerca de 200 coleções de periódicos de Física, inclusive na área de Ensino de Física.

## **II. O Curso de Mestrado em Ensino de Física**

### **Objetivos**

- Aperfeiçoamento profissional de professores de Física, com ênfase nos conteúdos de Física e nos aspectos teóricos, metodológicos e epistemológicos do ensino desta ciência.
- Desenvolvimento e avaliação de métodos, materiais didáticos e práticas pedagógicas para o ensino de Física.

### **Organização**

- O curso de Mestrado em Ensino de Física, oferecido na modalidade de mestrado profissional, será parte do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física instituído no âmbito do Instituto de Física da UFRJ.
- O curso de Mestrado em Ensino de Física outorgará o título de Mestre em Ensino de Física.

### **Aspectos gerais do regime didático**

- A Comissão Deliberativa do Programa estabelecerá os critérios e procedimentos para a admissão de novos alunos.
- A duração prevista do curso será de 2 anos (4 períodos letivos de 15 semanas). O prazo máximo para a conclusão será de 3 anos.
- Períodos letivos intensivos podem ser programados durante as férias do sistema de educação básica (junho/julho, janeiro/fevereiro), dependendo da disponibilidade de docentes e demanda do corpo discente.
- Todas as atividades presenciais nos períodos letivos não-intensivos serão concentradas em dias determinados da semana; estes dias constarão do edital de abertura de vagas.
- O estudante do curso deverá ter um projeto de dissertação de mestrado aprovado pela Comissão Deliberativa do Programa até um ano após seu ingresso.
- O curso terá 360 horas de aulas e um trabalho de conclusão na forma de dissertação de mestrado.
- Cada 15 horas de aulas em uma disciplina correspondem a 1 crédito.
- As dissertações de mestrado deverão produzir novos materiais, avaliações ou reflexões para o ensino de Física nos níveis de ensino fundamental, médio ou superior.
- A Comissão Deliberativa do Programa estabelecerá normas para o desenvolvimento e apresentação da dissertação de mestrado.
- A banca examinadora da dissertação de mestrado será indicada pela Comissão Deliberativa do Programa.
- Para obtenção do título de Mestre são necessários, entre outros requisitos:
  - a) um mínimo de 24 créditos, incluindo todas as disciplinas obrigatórias;
  - b) aprovação do texto da dissertação de mestrado por uma banca, sem a qual não ocorrerá

- a defesa pública;
- c) aprovação da defesa pública da dissertação pela mesma banca.
- As dissertações aprovadas receberão os graus “Aprovado” ou “Aprovado com louvor”.

## **Área de Concentração**

- Ensino e aprendizagem de Física

## **Linhas de Pesquisa**

### **1. Desenvolvimento e avaliação de materiais didáticos**

Estudo dos temas de física tratados nos diversos níveis de ensino, com o objetivo de criar inovações metodológicas, gerar novas abordagens de conteúdos e produzir experimentos, vídeos, aplicativos e simulações computacionais, explorando suas potencialidades e avaliando sua utilização em diferentes ambientes de ensino e aprendizagem.

### **2. Currículo, aprendizagem e avaliação**

Estudo dos elementos que integram o currículo de física nos diversos contextos e níveis em que são aplicados: finalidades educacionais, escolha e adequação de experiências de aprendizagem, organização de aprendizagem e avaliação da sua eficiência.

## **Projetos de Pesquisa**

### **1. Desenvolvimento e atualização curricular**

Docente responsável: Antonio Carlos Fontes dos Santos

Docentes participantes: Ana Maria S. Breitschaft, Carlos Eduardo Aguiar, Carlos Farina de Souza, Fernando de Souza Barros, Hélio Salim de Amorim, Mauro Melchiades Doria, Marcus Vinicius Cougo Pinto, Marta F. Barroso, Raul Donangelo.

Linha de pesquisa: Desenvolvimento e avaliação de materiais didáticos.

Descrição: Estudo e desenvolvimento de práticas educacionais e materiais didáticos.

Aperfeiçoamento e atualização dos conteúdos curriculares de Física nos diferentes níveis de ensino. Investigação das características específicas do ensino presencial e a distância: comunicação, materiais didáticos, estratégias e avaliação.

### **2. O computador no ensino de física**

Docente responsável: Carlos Eduardo Aguiar

Docente participante: Hélio Salim de Amorim

Linha de pesquisa: Desenvolvimento e avaliação de materiais didáticos

Descrição: Desenvolvimento e aplicação de material didático baseado na utilização do computador como ferramenta de construção de conhecimento, com ênfase em atividades de laboratório e de modelagem de fenômenos físicos.

3. **Formação de professores**  
Docente responsável: Deise Miranda Vianna  
Docente participante: Francisco Artur B. Chaves  
Linha de pesquisa: Currículo, aprendizagem, avaliação  
Descrição: Estudos de experiências sobre a formação de professores de Física (inicial e em serviço). Análise de concepções de ensino e suas práticas pedagógicas. Propostas de projetos de ensino, sua aplicação e avaliação, acompanhando e investigando a atividade didática do professor. A cultura da avaliação na formação de professores.
  
4. **Relações interdisciplinares no ensino de Física**  
Docente responsável: Helio Salim de Amorim  
Linha de pesquisa: Desenvolvimento e avaliação de materiais didáticos  
Descrição: Estuda-se a importância da extensa interação da Física com as outras ciências da Natureza na formulação de estratégias de ensino. Uma ênfase especial é dada na contribuição da Física para o estudo dos problemas ambientais.
  
5. **Desenvolvimento de recursos áudio-visuais**  
Docente responsável: Maria Antonieta Teixeira de Almeida  
Docente participante: Hélio Salim de Amorim  
Linha de pesquisa: Desenvolvimento e avaliação de materiais didáticos  
Descrição: Estuda-se as aplicações das diferentes técnicas de produção de recursos áudio-visuais para o ensino de Ciências, com ênfase na produção de vídeos.
  
6. **História e filosofia da Física e produção de material instrucional**  
Docente responsável: Penha Maria Cardozo Dias  
Docente participante: Wilma Machado Soares Santos  
Linha de pesquisa: Desenvolvimento e avaliação de materiais didáticos  
Descrição: Investigação da formação e desenvolvimento das categorias conceituais da Física. A História da Física é um facilitador da aprendizagem, ao classificar e revelar os significados de conceitos e leis físicas. Ao prover elementos nos quais se suporta a aquisição do conhecimento, ela se comporta como um organizador prévio na abordagem cognitivista-constructivista de D. Ausubel e também como auxiliar na internalização de signos de acordo com a teoria sócio-interacionista de L. Vygotsky.
  
7. **Operacionalização da Pesquisa em Ensino de Física na sala de aula**  
Docente responsável: Susana de Souza Barros  
Docentes participantes: João José Fernandes de Souza, Maria Antonieta T. de Almeida  
Linha de pesquisa: Currículo, aprendizagem e avaliação  
Descrição: Desenvolvimento de estratégias e materiais didáticos adequados para o ensino-aprendizagem dos conceitos básicos da física, embasados nos resultados das pesquisas em ensino de física relacionados às teorias da psicologia cognitiva, e sua aplicação e avaliação em sala de aula.
  
8. **O experimento no ensino de física**  
Docente responsável: Vitorvani Soares  
Docente participante: Susana de Souza Barros

Linha de pesquisa: Desenvolvimento e avaliação de materiais didáticos

Descrição: Construção, em colaboração com professores do ensino médio, de experimentos simples que possam ser inseridos em aulas regulares. Desenvolvimento de metodologias de análise de dados que permitam ao aluno construir, a partir dos fenômenos estudados experimentalmente, os modelos matemáticos correspondentes.

## **Disciplinas obrigatórias**

### **Tópicos de Física Clássica I**

*Créditos:* 2

#### *Objetivos*

Apresentar as formulações Lagrangeana e Hamiltoniana da mecânica, comparando-as à abordagem Newtoniana. Discutir a dinâmica de sistemas caóticos simples e o alcance do determinismo na física clássica.

#### *Ementa*

- 1) Coordenadas generalizadas. O princípio da ação mínima; equações de Euler-Lagrange; aplicações. Simetrias e leis de conservação. Momento canônico. Equações de Hamilton.
- 2) Caos determinístico.

#### *Bibliografia*

- R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands, *The Feynman Lectures on Physics (vol. 2)*, Addison Wesley, 1970, cap. 19.
- L. Landau, E Lifchitz, *Curso de Física - Mecânica* (Hemus), caps. 1-2,7.
- T.W.B. Kibble, F.H. Berkshire, *Classical Mechanics*, Imperial College Press, 2004.
- G. L. Baker, J. P. Gollub, *Chaotic Dynamics: an Introduction*, Cambridge U. P., 1990.
- R.M. May, *Simple Mathematical Models with Very Complicated Dynamics*, Nature 261 (1976) 459.

#### *Bibliografia complementar*

- J.D. de Deus, M. Pimenta, A. Noronha, T. Peña, e P. Brogueira, *Introdução à Física* (McGraw-Hill, 2000).
- R.P. Feynman, *O que é uma Lei Física?* (Gradiva, 1989), cap. 4.

#### *Avaliação*

Provas, listas de exercícios, trabalhos individuais ou em grupo.

### **Tópicos de Física Clássica II**

*Créditos:* 2

### *Objetivos*

Discussão da eletrodinâmica de Maxwell, com ênfase na propagação e emissão da radiação eletromagnética. Apresentação da teoria da relatividade restrita em seus aspectos experimentais, conceituais e formais.

### *Ementa*

- 1) As equações de Maxwell. Invariância de calibre. Ondas eletromagnéticas; polarização. Vetor de Poynting. Potenciais retardados. O oscilador de Hertz.
- 2) A relatividade galileana e a eletrodinâmica. O experimento de Michelson-Morley. A relatividade restrita. Transformação de Lorentz. Adição de velocidades. Efeito Doppler. Momento e energia relativísticos. O espaço-tempo de Minkowski; quadrivetores e quadritensores. Transformação de Lorentz dos campos eletromagnéticos. Noções sobre relatividade geral.

### *Bibliografia*

- H.M. Nussenzveig, *Curso de Física Básica: Eletromagnetismo*, Blucher, 2002, cap. 12.
- H.M. Nussenzveig, *Curso de Física Básica: Ótica, Relatividade, Física Quântica*, Blucher, 2002, cap. 6.
- R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands, *The Feynman Lectures on Physics (vol. 2)*, Addison Wesley, 1970, caps. 25-26.
- D. J. Griffiths, *Introduction to Electrodynamics*, Prentice Hall, 1998

### *Bibliografia complementar*

- R. Resnick, *Introdução à Relatividade Especial*, EDUSP, 1971).
- E.F. Taylor, J.A. Wheeler, *Spacetime Physics* (Freeman, 1992).

### *Avaliação*

Provas, listas de exercícios, trabalhos individuais ou em grupo.

## **Métodos Matemáticos**

*Créditos: 2*

### *Objetivos*

Introdução à álgebra linear, com ênfase nas aplicações à mecânica quântica e à física ondulatória.

### *Ementa*

Números e funções complexas. Espaços vetoriais. Bases. Operadores lineares. Matrizes. Produto interno. Autovetores e autovalores; diagonalização. Série e transformada de Fourier. Equações diferenciais lineares.

### *Bibliografia*

- E. Butkov, *Física Matemática*, LTC, 1988, caps. 2, 4, 10.

### *Avaliação*

Provas, listas de exercícios, trabalhos individuais ou em grupo.

## **Mecânica Quântica**

*Créditos: 2*

### *Objetivos*

Apresentar os princípios fundamentais da mecânica quântica, com aplicações que evidenciem a sua capacidade de descrever o mundo microscópico.

### *Ementa*

Fenômenos quânticos. Estrutura conceitual e formal da mecânica quântica. O sistema de dois níveis; aplicações. Sistemas em uma dimensão; aplicações. Momento angular e spin. Bósons e férmions.

### *Bibliografia*

- H.M. Nussenzveig, *Curso de Física Básica: Ótica, Relatividade, Física Quântica*, Blucher, 2002, caps. 7-10.
- R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands, *The Feynman Lectures on Physics (vol. 3)*, Addison Wesley, 1970, caps. 9-10.
- D. J. Griffiths, *Introduction to Quantum Mechanics*, Prentice Hall, 1994.

### *Bibliografia complementar*

- R.P. Feynman, *QED: The Strange Theory of Light and Matter*, Princeton U. P., 1985.
- R. Müller, H. Wiesner, *Teaching quantum mechanics on an introductory level*, American Journal of Physics 70 (2002) 200; ver também 70 (2002) 887.
- I.M. Greca, M.A. Moreira, V.E. Herscovitz, *Uma proposta para o ensino de mecânica quântica*, Revista Brasileira de Ensino de Física, 33 (2001) 444.
- O. Nairz, M. Arndt, A. Zeilinger, *Quantum interference experiments with large molecules*, American Journal of Physics 71 (2003) 319.
- P.G. Kwiat, L. Hardy, *The mystery of the quantum cakes*, American Journal of Physics 68 (2000) 33.
- O. Pessoa Jr., *Conceitos de Física Quântica* (Livraria da Física, 2003).

### *Avaliação*

Provas, listas de exercícios, trabalhos individuais ou em grupo.

## **Aprendizagem em Física**

*Créditos: 2*

### *Objetivos*

Apresentação de uma resenha dos estudos sistemáticos realizados nos últimos 30 anos,

decorrentes da observação e pesquisa da aprendizagem dos alunos em física, sua compreensão dos conceitos físicos, modelos e formas de raciocínio. São discutidos vários aspectos relevantes para o ensino dos conceitos mais fundamentais da física introdutória, que abrangem os tópicos usualmente apresentados no ensino médio e fundamental, sendo também de relevância para o ensino básico universitário.

#### *Ementa*

As dificuldades dos alunos e o pensamento crítico, processos de desenvolvimento do raciocínio abstrato formal. Os problemas do desenvolvimento cognitivo e o domínio conceitual: interpretação de relações funcionais entre grandezas físicas, representações gráficas, linguagem do cotidiano e linguagem científica. Revisão tópica de conceitos de física: cinemática, dinâmica elementar, eletricidade e eletromagnetismo, ondas e luz, primórdios da física moderna.

#### *Bibliografia*

- A. B. Arons, *A Guide to Introductory Physics Teaching*, Wiley and Sons, 1990
- Livros texto didáticos de 2º e 3º graus.
- Periódicos: American Journal of Physics, Revista Brasileira de Ensino de Física, Physics Education, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, The Physics Teacher, Research in Science Education, International Journal of Science Education.

#### *Avaliação*

Trabalhos individuais ou em grupo, provas, listas de exercícios.

### **Tópicos de Ensino de Física**

*Créditos: 2*

#### *Objetivos*

Conhecer, compreender e aplicar em sala de aula as diversas estratégias de ensino, refletindo sobre sua contribuição para a eficiência da aprendizagem de física.

#### *Ementa*

Comunicação de ciência. Preparação de atividades para a sala de aula. Métodos formais e informais de avaliação. Construção de instrumentos: diagnósticos, testes, provas. O laboratório e tecnologias aplicadas ao ensino. Análise do livro didático. Teorias da aprendizagem: Psicodidáticas - Piaget, Vygotsky, Ausubel, Gagné. Psicosociais - Lemke, Roth. Condutistas - Thorndike, Skinner. A pesquisa em ensino de física e a sala de aula.

#### *Bibliografia*

- R. Harré, *Great experiments in science*, Oxford Press, 1989.
- R. Porlan, *El conocimiento de los profesores*, Diada Editora, 1998.
- Monk and J. Dillon, *Learning to teach science*, Falmer Press, 1995.
- M.A. Moreira, *Teorias de Aprendizagem*, EPU, 1999
- C. Coll e outros, *Psicologia do ensino*, ARTMED, 1997.

- F. Perrenoud, *Novas competências para ensinar*, ARTMED, 2000.
- F. Hernandez e M. Ventura, *Organização do currículo por projetos de trabalho*, 5ª Edição, ARTMED, 1996.
- *Practical work in science education, recent research studies*. Dordrecht Kluwer, 1998.
- Periódicos: Revista Brasileira de Ensino de Física, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Enseñanza de la Ciencia, Física na Escola.

#### *Avaliação*

Trabalhos individuais ou em grupo, provas, listas de exercícios.

### **História da Física**

*Créditos: 2*

#### *Objetivos*

Discussão da formação das categorias conceituais da Física. Os fundamentos epistemológicos das leis da Física.

#### *Ementa*

- 1) Construção do programa mecanicista.
- 2) Concepção mecanicista da natureza: séculos XVII e XVIII.
- 3) Transformação da descrição mecanicista da natureza: séculos XIX e XX; concepção probabilística.

#### *Bibliografia*

- E. J. Dijksterhuis, *The Mechanization of the World Picture*, Princeton, 1986; pp.463-491.
- Richard Westfall, *The Construction of the Modern Science*, Cambridge, 1977.
- Peter Michael Harman, *Energy, Force and Matter*, Cambridge, 1985
- S. Weinberg, *Subatomic Particles*, Scientific American Library, 1983.

#### *Avaliação*

Trabalhos individuais ou em grupo.

### **Disciplinas eletivas**

#### **Física Estatística – 2 créditos**

##### *Ementa*

Macroestados e microestados. Multiplicidade e entropia. Irreversibilidade. Energia e temperatura. A distribuição de Boltzmann; aplicações. As distribuições de Bose-Einstein e Fermi-Dirac; aplicações. Movimento browniano.

##### *Bibliografia*

- Ralph Baierlein, *Thermal Physics*, Cambridge U. P., 1999.
- Daniel V. Schroeder, *An Introduction to Thermal Physics*, Addison-Wesley, 2000.

- F. Reif, *Statistical Physics: Berkeley Physics Course*, vol. 5, McGraw Hill, 1967.

### **Tópicos de Física Ondulatória – 2 créditos**

#### *Ementa*

Fenômenos ondulatórios. Aplicações da teoria ondulatória a diferentes áreas da Física.

#### *Bibliografia*

- Anthony P. French, *Vibrações e Ondas*, UnB, 2001
- Frank S. Crawford, *Waves: Berkeley Physics Course*, vol. 3, McGraw-Hill, 1968
- Howard Georgi, *The Physics of Waves*, Prentice-Hall, 1992
- T. D. Rossing e C. J. Chiaverina, *Resource Letter: Teaching light and color*, American Journal of Physics 68 (2000) 881–887
- T. D. Rossing, *Resource Letter: Musical acoustics*, American Journal of Physics 55 (1987) 589-601
- E. Hecht, *Óptica*, Fundação Calouste Gulbekian
- Artigos publicados em periódicos.

### **Tópicos de Mecânica Quântica – 2 créditos**

#### *Ementa*

Aplicações da mecânica quântica a diferentes áreas da Física. Tópicos avançados de teoria quântica.

#### *Bibliografia*

- *Special issue on quantum mechanics*, American Journal of Physics 70 (2002) 199-367
- M. C. Gutzwiller, *Resource Letter: The Interplay between Classical and Quantum Mechanics*, American Journal of Physics 66 (1998) 304-324
- L. E. Ballentine, *Resource letter: Foundations of quantum mechanics since the Bell inequalities*, American Journal of Physics 55 (1987) 785-792
- B. S. Dewitt e R. N. Graham, *Resource Letter: Interpretation of Quantum Mechanics*, American Journal of Physics 39 (1971) 724-738
- Artigos publicados em periódicos.

### **Tópicos de Física Atômica e Molecular – 1 crédito**

#### *Ementa*

Átomos de um elétron. Camadas eletrônicas; classificação periódica dos elementos. Ligações moleculares. Espectros atômicos e moleculares. Aplicações da física atômica e molecular.

#### *Bibliografia*

- Paul A. Tipler e Ralph A. Llewellyn, *Física Moderna*, LTC, 2001
- Artigos publicados em periódicos.

### **Tópicos de Física da Matéria Condensada – 1 crédito**

#### *Ementa*

Estrutura dos sólidos. Teoria de bandas. Condução elétrica. Semicondutores. Supercondutividade. Aplicações da física da matéria condensada.

#### *Bibliografia*

- Paul A. Tipler e Ralph A. Llewellyn, *Física Moderna*, LTC, 2001
- Artigos publicados em periódicos.

### **Tópicos de Física Nuclear – 1 crédito**

#### *Ementa*

Características do núcleo atômico. Decaimento radioativo. Modelos nucleares. Fissão e fusão. Aplicações da física nuclear.

#### *Bibliografia*

- Paul A. Tipler e Ralph A. Llewellyn, *Física Moderna*, LTC, 2001
- C. K. Chung, *Introdução à Física Nuclear*, UERJ, 2001
- Débora P. Menezes, *Introdução à Física Nuclear e de Partículas Elementares*, Editora da UFSC, 2002.
- Kenneth S. Krane, *Introductory Nuclear Physics*, Wiley, 1988
- Artigos publicados em periódicos.

### **Tópicos de Física de Altas Energias – 1 crédito**

#### *Ementa*

Interações fundamentais; hádrons e léptons. Quarks e a estrutura hadrônica. Modelo Padrão; bósons de calibre. Temas atuais da física de altas energias.

#### *Bibliografia*

- R. C. Hovis e H. Kragh, *Resource Letter: History of elementary-particle physics*, American Journal of Physics 59 (1991) 779-807
- J. L. Rosner, *Resource Letter: The standard model and beyond*, American Journal of Physics 71 (2003) 302-318
- O. W. Greenberg, *Resource Letter: Quarks*, American Journal of Physics 50 (1982) 1074-1089
- Maria Cristina Abdalla, *O Discreto Charme das Partículas Elementares*, Unesp, 2004.
- Artigos publicados em periódicos.

### **Tópicos de Astrofísica e Cosmologia – 1 crédito**

#### *Ementa*

Estrutura e evolução estelar. Lei de Hubble; expansão do Universo. O *big bang*. Radiação cósmica de fundo. Matéria e energia escuras. Inflação.

#### *Bibliografia*

- Paul A. Tipler e Ralph A. Llewellyn, *Física Moderna*, LTC, 2001
- Joseph Silk, *O Big Bang*, Unb, 1988
- Edward R. Harrison, *Cosmology*, Cambridge UP, 2000
- Barbara Ryden, *Introduction to Cosmology*, Addison Wesley, 2003
- Andrew R. Liddle, *An Introduction to Modern Cosmology*, Wiley, 2003
- Jeremy Bernstein, *An Introduction to Cosmology*, Prentice Hall, 1998
- Artigos publicados em periódicos.

### **Tópicos de Óptica – 2 créditos**

#### *Ementa*

A evolução das idéias da óptica. Teoria eletromagnética, fótons e luz. A propagação da luz. Óptica geométrica. Polarização. Interferência. Difração. Alguns aspectos da natureza quântica da luz. Temas diversos da óptica contemporânea.

#### *Bibliografia*

- Eugene Hecht, *Óptica*, Calouste Gulbenkian, 1991.

- Artigos publicados em periódicos: American Journal of Physics, European Journal of Physics, Physics Education, The Physics Teacher, Revista Brasileira de Ensino de Física, Cadernos Brasileiros de Ensino de Física.

### **Lasers e suas Aplicações – 1 crédito**

#### *Ementa*

O Laser. Os primeiros lasers. Cavidades ressonantes ópticas. Lasers comuns. Lasers de semicondutores. Exemplos de aplicações do laser no cotidiano.

#### *Bibliografia*

- Eugene Hecht, *Óptica*, Calouste Gulbenkian, 1991.
- M. Françon, *Optique, formation et traitement des images*, Masson & Cie, 1972.

### **Modelagem Computacional – 2 créditos**

#### *Ementa*

Métodos numéricos e modelagem de fenômenos físicos. Métodos básicos; precisão numérica. Integração de equações diferenciais. Métodos de Monte-Carlo. Aplicações ao ensino de Física.

#### *Bibliografia*

- Harvey Gould, Jan Tobochnik e Wolfgang Christian, *Introduction to Computer Simulation Methods: Applications to Physical Systems*, Addison-Wesley, 2006
- Wolfgang Christian e Mario Belloni, *Physlet Physics*, Prentice Hall, 2003.

### **O Computador no Laboratório Didático – 2 créditos**

#### *Ementa*

Interfaciamento e coleta de dados. Conversores analógico-digitais. Transdutores. Robótica.

#### *Bibliografia*

- Notas técnicas.
- W. N. Hubin, *A course in computer-based data acquisition*, American Journal of Physics 70 (2002) 80–85
- Carl A. Kocher, *A laboratory course in computer interfacing and instrumentation*, American Journal of Physics 60 (1992) 246-251

### **Produção de Material para Laboratórios Didáticos – 2 créditos**

#### *Ementa*

Oficina mecânica: torno, fresa, solda elétrica e acetileno. Oficina eletrônica: construção e reparo de circuitos simples. Oficina de vidros: fabricação de pequenos acessórios de ótica, solda em tubos de vidro alcalino. Oficina de carpintaria.

#### *Bibliografia*

- Notas técnicas.

### **Desenvolvimento e Produção de Material Didático Áudio-Visual – 2 créditos**

#### *Ementa*

Análise do vídeo didático (VD): tipos e características. Uso do VD em sala de aula. Desenvolvimento de roteiro de VD. Elementos técnicos de fotografia; vídeo digital e iluminação. Ilha de edição: tratamento de imagens, áudio e vídeo.

#### *Bibliografia*

- Notas técnicas.

### **Desenvolvimento e Uso de Aplicativos Computacionais no Ensino de Física – 2 créditos**

#### *Ementa*

Características dos aplicativos computacionais: modelagem e simulação. As ferramentas de produção dos materiais: linguagens de programação. O conceito de objetos de aprendizagem: produção e avaliação. Formas de utilização em diversos ambientes de aprendizagem (presenciais, semipresenciais e a distância) e em diferentes níveis de ensino. Uso de plataformas de Ensino a Distância.

#### *Bibliografia*

- Artigos publicados em periódicos
- Notas técnicas

### **Internet e Ensino de Física – 1 crédito**

#### *Ementa*

Impacto da Internet na aprendizagem e sua integração ao currículo. Elaboração de projetos educativos utilizando a Internet. Ferramentas e recursos disponíveis na Internet. Redes de conhecimento entre professores.

#### *Bibliografia*

- Heide A. e Stilborne L., *Guia do professor para a Internet*, ARTMED, 2000.

### **Tópicos de História da Física – 2 créditos**

#### *Ementa*

Construção de conceitos, análise de idéias, heurísticas. Temas especiais nos fundamentos históricos e filosóficos da Física.

#### *Bibliografia*

- James Cushing, *Philosophical Concepts in Physics*, Cambridge, 1998.
- C. A. Truesdell, *Essays in the History of Mechanics*, Springer-Verlag, 1968.
- Lawrence Sklar, *Physics and Chance (Philosophical Issues in the Foundations of Statistical Mechanics)*, Cambridge U. P., 1996.
- Artigos selecionados em periódicos.

### **Epistemologia das Ciências Naturais – 2 créditos**

#### *Ementa*

Análise de problemas epistemológicos relacionados a problemas científicos específicos e, conversamente, análise de questões filosóficas mais gerais que tenham resposta dentro dos métodos das Ciências Naturais.

#### *Bibliografia*

- Rom Harré, *The Philosophies of Science*, Oxford U P, 1989.
- Joseph J. Kockelmans, *Philosophie of Science*, The Free Press, Collier-Macmillan, 1968.
- John Losee, *A Historical Introduction to the Philosophy of Science*, Oxford U P, 1972.

### **Métodos de Pesquisa em Educação – 2 créditos**

#### *Ementa*

Natureza da pesquisa em educação. Planejamento. Abordagens da pesquisa: etnográfica, histórica, 'surveys', estudo de caso, experimental, pesquisa-ação. Método de obtenção e

análise de dados: questionários, entrevistas, relatos, observação, testes, role-playing. Problemas éticos e metodológicos da pesquisa educacional.

#### *Bibliografia*

- Cohen, L, Manion, L and Morrison, K M., *Research Methods in Education*, Routledge, 2000.
- Babbie, Earl. *Métodos de Pesquisas de Survey*, Ed. UFMG, 1999.
- Demo, P. *Metodologia Científica em Ciências Sociais*. Ed. Atlas, 1995 (3ª edição).
- Ludke, M. & André, M. E. *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*. E. P.U., 1986.
- Severino, Antonio Joaquim. *Metodologia do Trabalho Científico*. Ed. Cortez, 1993.

### **Planejamento Curricular e do Ensino – 2 créditos**

#### *Ementa*

Tipos de currículo. Conteúdo curricular; ementas, currículo e ensino médio, contexto social, tendências pedagógicas no ensino de física e a globalização curricular. Teoria crítica do currículo. Análise dos currículos de física nacionais e estaduais. O Currículo e a realidade escolar.

#### *Bibliografia*

- Garcia Leite R. e Barbosa Moreira. A. F. (org.), *Currículo na contemporaneidade, incertezas e desafios*, Cortez, 2003.
- Krasilchik, M., *O professor e o currículo de Ciências*, São Paulo, Ed. Cortez, 1995.
- Brasil, MEC/SEMTEC, *Parâmetros Curriculares Nacionais PCN<sup>+</sup>*, MEC, 2002.
- Secretária do Estado de Educação, RJ, *Reorientação Curricular, Livro II, Ciências da Natureza e Matemática*, SEE/RJ, 2006.
- Leite, C., *O currículo escolar e o exercício docente perante a multiculturalidade – implicações para a formação do professor*, Atas 5º Colóquio Internacional Paulo Freire, Recife, 2005.
- Artigos selecionados: Revista Brasileira de Ensino de Física, Caderno Brasileiro de Física, Atas dos Simpósios Nacionais de Ensino de Física.

### **Fundamentos da Pesquisa em Ensino de Física – 2 créditos**

#### *Ementa*

As pesquisas em ensino de Física, principais tendências e dinâmica, a partir da identificação e análise da produção nacional nessa área. Tópicos referentes a diversos temas: ensino e aprendizagem de Ciências; formação de professores de Ciências; Filosofia, História e Sociologia da Ciência; educação em espaços não-formais e divulgação científica; tecnologia da informação, instrumentação e difusão tecnológica; Ciência, Tecnologia e Sociedade; alfabetização científica e tecnológica; didática, avaliação e currículo no ensino de Ciências; Arte, Cultura e educação científica; linguagem e conhecimento no ensino das Ciências.

#### *Bibliografia*

- Moreira, M.A. A pesquisa em educação em ciências e a formação permanente do professor de ciências, *Educación Científica*. Alcalá: Universidad de Alcalá, 1999. p. 71-80
- Mortimer, E.F. Uma agenda para a pesquisa em educação em ciências, *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2 (1). 2002. p.25-35
- Krasilchik, M. Formação de professores e ensino de ciências: tendências nos anos 90. In: Menezes, L.C. (org.). *Formação Continuada de Professores de Ciências*. Campinas: Autores Associados; São Paulo: NUPES, 1996. p. 135-140

- Delizoicov, D. Pesquisa em ensino de ciências como ciências humanas aplicadas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 21 (2). 2004. p. 145-175

- Atas dos Encontros de Pesquisa em Ensino de Física e Encontros Nacionais de Pesquisa em Ensino de Ciências.

**Seminários de Atualização – 1 crédito**

Seminários dados por especialistas em diversas áreas das ciências.

**Estágio em Laboratório de Pesquisa – 2 créditos**

Estágio supervisionado em um dos laboratórios de pesquisa do Instituto de Física da UFRJ.

**Atividade Acadêmica Complementar – 1 crédito**

Atividades que complementem a formação acadêmica do aluno: apresentação de trabalhos em conferências, participação em cursos externos ao programa de mestrado, organização e aplicação de cursos, e outros.