

PROPOSTA PARA UM MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA NO IF/UFRJ

Este documento é o relatório final da comissão nomeada pela Congregação do Instituto de Física da UFRJ para elaborar um projeto de Mestrado em Ensino de Ciências para este Instituto. O relatório está dividido em quatro partes. A Introdução (seção 1) trata de como foi formada a comissão e de que maneira ela operou. As linhas gerais seguidas pela comissão na formulação de sua proposta estão descritas na Exposição de Motivos (seção 2). Na Avaliação de Custos (seção 3) é apresentada uma estimativa do ônus que a implementação dessa proposta trará para o IF. Finalmente, a *Proposta para um Mestrado Profissional em Ensino de Física no IF/UFRJ* (seção 4) contém o projeto de curso que a comissão está submetendo à apreciação da Congregação do IF.

1. Introdução

A Congregação do Instituto de Física da UFRJ, reunida em 16 de setembro de 2003, analisou o projeto de criação de um Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências (modalidade Física e Química) encaminhado pelo prof. Artur Chaves. O relator do processo, prof. Mauro Dória, indicou em seu parecer que a idéia de criação de um Mestrado em Ensino deveria ser aprovada, mas não na forma que constava no projeto encaminhado. O parecer do prof. Dória foi aprovado pela Congregação, que na mesma reunião instituiu uma comissão para rever o projeto apresentado e elaborar uma nova proposta de curso. O prof. Dória foi escolhido para coordenar a comissão, para a qual foram nomeados os professores Artur B. Chaves, Carlos Eduardo Aguiar, Ildeu C. Moreira, Luiz Felipe Coelho, Marcus Venicius Cougo Pinto, Marta F. Barroso e Susana de Souza Barros.

Em mensagem eletrônica enviada a todos os docentes do IF, o prof. Mauro Dória convidou os professores interessados em discutir a criação do curso a participar dos trabalhos da comissão. Na sua primeira reunião a comissão decidiu que os professores que se integrassem às discussões teriam direito a voz e voto, em igualdade de condições com os membros nomeados pela Congregação. Nesses termos, participaram da maioria das discussões e decisões os professores Ana Maria S. Breitschaft, Deise M. Vianna, Fernando de Souza Barros, Helio Salim de Amorim, João José de Souza, Penha M. Cardozo Dias, Valmar Carneiro Barbosa e Wilma Machado dos Santos.

Foram realizadas sete reuniões durante os meses de outubro, novembro e dezembro de 2003, sempre às quintas-feiras. As atas dessas reuniões estão disponíveis em [http://www.if.ufrj.br/~mmd/*****](http://www.if.ufrj.br/~mmd/). As discussões da comissão convergiram para a proposta final apresentada na seção 4 deste documento.

2. Exposição de Motivos

i) Razões para um Mestrado Profissional 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” a cursos de pós-graduação), preferencialmente integrados a ambientes de pesquisa educacional e científica. O próprio MEC reconhece este fato ao lançar um conjunto de editais para financiamento de projetos de formação continuada de professores.

Há também uma forte demanda por programas de pós-graduação vinda dos próprios professores. As razões que levam esses docentes de volta à universidade são várias: vão desde a percepção de que a formação continuada é uma necessidade da maioria dos profissionais no mundo atual, especialmente daqueles ligados ao ensino de ciências, até a busca de uma titulação que lhes traga progressão funcional e melhores salários.

Foi consenso nas discussões da comissão que o Instituto de Física tem muito a contribuir para a capacitação profissional em alto nível de professores, pela sua experiência em formação inicial (cursos de licenciatura presencial e a distância), em formação continuada (vários projetos estão em desenvolvimento), em produção de material didático (principalmente no LADIF), e pelo engajamento de vários de seus docentes em pesquisas sobre o ensino de Física.

A comissão considerou, por ampla maioria, que a melhor forma do IF implementar um programa de aperfeiçoamento de professores de Física seria através de um curso de mestrado de caráter *profissional* na área de Ensino de Ciências e Matemática, tal como proposto pela CAPES. Avaliou-se que atualmente não há condições no IF para a criação de um mestrado acadêmico nessa área, o que exigiria uma ampliação do número de pesquisadores em ensino de Física no Instituto. Mas foi consenso que a implantação do mestrado profissional poderia ser o primeiro passo para a criação de um mestrado acadêmico, caso esta seja uma opção futura do Instituto de Física.

A possibilidade de criação de um mestrado em ensino de caráter multidisciplinar, envolvendo Física, Química e Matemática, também foi discutida. Considerou-se que uma proposta de integração formal deveria ser precedida por uma prática de atuação conjunta entre programas específicos nestas áreas. Portanto, a proposta inicial é de criação de um *Mestrado Profissional em Ensino de Física*, com a compreensão que devemos estar abertos a discutir e eventualmente participar de programas de mestrado de caráter inter-institucional.

ii) 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*). A forma de realizar isso foi uma das questões mais discutidas durante os trabalhos da comissão. Houve consenso de que o curso proposto não deveria deter-se em revisões de tópicos normalmente abordados nas licenciaturas. A maioria dos participantes concordou que o mestrado deve concentrar-se na ampliação da base conceitual dos alunos-professores, introduzindo novas idéias e 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 obrigatórias que relacionem estes conteúdos específicos com a atividade docente – disciplinas de caráter mais pedagógico, associadas ao conhecimento produzido nas áreas de pesquisa em ensino de física e em educação.

O desenvolvimento e uso de “ferramentas de trabalho docente” – demonstrações, experimentos de laboratório, textos, vídeos, simulações computacionais, isto é, os vários formatos e mídias em que o material didático pode ser apresentado – 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* (quatro períodos de um semestre). A proposta final incorpora sete disciplinas obrigatórias:

- Tópicos de Física Clássica I e II,

- Métodos Matemáticos,
- Mecânica Quântica,
- Aprendizagem em Física,
- Tópicos de Ensino de Física,
- História da Física.

O conteúdo dessas disciplinas está detalhado no projeto final (seção 4), e cada uma delas corresponde a 2 créditos, ou seja, a 2 horas de aula semanais durante o período letivo (15 semanas). As cadeiras obrigatórias totalizam 14 créditos, e o curso se completa com mais 10 créditos em disciplinas eletivas. Uma lista preliminar de disciplinas eletivas está na seção 4.

A carga horária dedicada a essas disciplinas deve ser de *seis horas de aula por semana*, durante os quatro semestres do curso. 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	Métodos Matemáticos 2 hs/sem	Mecânica Quântica 2 hs/sem
Aprendizagem em Física 2 hs/sem	Tópicos de Ensino de Física 2 hs/sem	História da Física 2 hs/sem	Eletivas 2 hs/sem
Eletivas 2 hs/sem	Eletivas 2 hs/sem	Eletivas 2 hs/sem	Eletivas 2 hs/sem

Além de cursar um mínimo de 24 créditos em disciplinas obrigatórias e eletivas, o aluno-professor deve elaborar uma tese de mestrado. O trabalho de tese deve produzir material relevante para o ensino de Física, e será avaliado por uma banca indicada pela Comissão de Pós-Graduação do curso. A aprovação do texto da tese por parte da banca é condição necessária para que a defesa pública do trabalho seja realizada.

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. Por isso a comissão sugere que todas as atividades presenciais do curso de mestrado sejam concentradas em um ou dois dias da semana. Esses dias devem ser divulgados no edital de abertura de vagas, não mudando durante o curso.

A definição do “público alvo” do mestrado profissional foi muito debatida na comissão, chegando-se à conclusão que este deveria ser composto por professores de Física em atividade (com diploma de nível superior em diferentes áreas), e bacharéis e licenciados em Física, mesmo aqueles que não estejam em atividade docente à época do curso. Uma questão correlata, a do processo de seleção de novos alunos, também foi alvo de discussões. A maioria da comissão manifestou-se favoravelmente à realização de cursos de “nivelamento” como uma das formas de seleção.

O mestrado profissional em Ensino de Física é bastante distinto do mestrado em Física já existente no IF. Seus objetivos são o aperfeiçoamento profissional dos educadores na área de Física e a produção de material didático para o ensino desta ciência, e não a formação de pesquisadores em Física. Cumprir essas metas dentro de um alto nível de qualidade exigirá do mestrado profissional o mesmo empenho e padrão encontrados no atual programa de pós-graduação em Física. Para isso a comissão propõe que o curso tenha um Coordenador e Comissão de Pós-Graduação específicos, capazes de monitorar de perto o andamento de uma experiência que será, em muitos aspectos, completamente nova para o Instituto de Física.

3. Avaliação dos Custos do Mestrado Profissional para o Instituto de Física

Em uma estimativa preliminar, os custos para o IF/UFRJ do programa proposto são:

- aproximadamente 12 horas-docente por semana, para ministrar as disciplinas obrigatórias e eletivas (supondo o ingresso de uma turma por ano);
- carga didática associada às atividades de orientação de tese;
- salas de aula e laboratórios (cerca de 12 horas-sala/semana, concentradas em um ou dois dias da semana);
- secretaria para administração acadêmica;
- formação de uma biblioteca especializada em ensino de Física.

Parece haver a possibilidade, dentro do Comitê da CAPES para a área de Ensino de Ciências e Matemática, de se obter algum financiamento para as atividades do programa.

4. A Proposta da Comissão

Nas páginas seguintes encontra-se a proposta de criação de um Mestrado Profissional em Ensino de Física elaborada pela comissão e encaminhada à Congregação do Instituto de Física da UFRJ.

Proposta para um Mestrado Profissional em Ensino de Física no IF/UFRJ

Objetivos do curso

- 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 administrativa

- O curso terá um Coordenador e uma Comissão de Pós-Graduação específicos.

Regime didático

- A Comissão de Pós-Graduação 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, podendo ser estendido pela Comissão de Pós-Graduação apenas em casos individuais devidamente justificados.
- Períodos letivos intensivos podem ser programados durante as férias da escola média (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 plano de tese aprovado pela Comissão de Pós-Graduação até um ano após seu ingresso.
- O curso previsto terá 360 horas de aulas e um trabalho de tese.
- As aulas poderão ser ministradas a distância, até um máximo de 20% da carga horária total do curso.
- Cada 15 horas de aulas em uma disciplina correspondem a 1 crédito.
- Os trabalhos de tese deverão produzir novos materiais, avaliações ou reflexões para o ensino de Física nos níveis de ensino fundamental, médio ou superior.
- A Comissão de Pós-Graduação estabelecerá normas para o desenvolvimento e apresentação do trabalho de tese.
- A banca examinadora da tese será indicada pela Comissão de Pós-Graduação.
- Para a obtenção do título de Mestre são necessários:
 - a) um mínimo de 24 créditos, incluindo todas as disciplinas obrigatórias;
 - b) aprovação do texto da tese por uma banca, sem a qual não ocorrerá a defesa pública;
 - c) aprovação da defesa pública da tese de mestrado pela mesma banca.
- As teses aprovadas receberão os graus “Aprovado” ou “Aprovado com louvor”.

Áreas de Concentração

- Formação de Professores de Física
- Aprendizagem e Ensino de Ciências
- História, Epistemologia e Sociologia das Ciências Naturais

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, cap. 19.
- L. Landau, E Lifchitz, *Curso de Física - Mecânica* (Hemus), caps. 1-2,7.
- 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. Nussensweig, *Curso de Física Básica*, vol. 3 (Eletromagnetismo), cap. 12.
- H.M. Nussensweig, *Curso de Física Básica*, vol. 4 (Ótica, Relatividade, Física Quântica), cap. 6.
- R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands, *The Feynman Lectures on Physics*, vol. 2, caps. 25-26.

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*, 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. Nussensweig, *Curso de Física Básica*, vol. 4 (Ótica, Relatividade, Física Quântica), caps. 7-10.
- R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands, *The Feynman Lectures on Physics*, vol. 3, caps. 9-10.

Bibliografia complementar

- 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

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

Avaliação

Testes de avaliação conceitual de física com arrazoado e solução (trabalho em grupo apresentado em seminário). Seminários. Prova final objetiva. Monografia sobre tópico selecionado dentre os propostos (10 a 15 páginas).

Bibliografia sugerida

- *A Guide to Introductory Physics Teaching*, A. B. Arons, Wiley and Sons, 1990
- Livros texto didáticos de 2º e 3º graus: Alvarenga, Nussensveig, Gaspar, GREF, etc.
- 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.

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

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

Avaliação

Proposta de uma das estratégias trabalhadas aplicada em sala de aula (trabalho em grupo apresentado em seminário). Seminário individual. Prova objetiva final. Monografia sobre tópico selecionado dentre os propostos (10 a 15 páginas).

Bibliografia sugerida

- *El conocimiento de los profesores*, R. Porlan, Diada Editora, 1998.
- *Learning to teach science*, Monk and J. Dillon, Falmer Press, 1995.
- *Psicologia do ensino*, C. Coll e outros, ARTMED, 1997.
- *Novas competências para ensinar*, F. Perrrenoud, ARTMED, 2000.
- *Great experiments in science*, R. Harré, Oxford Press, 1989. (existe tradução)
- *Organização do currículo por projetos de trabalho*, F. Hernandez e M. Ventura, 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.

História da Física

Créditos: 2

Objetivos

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

Ementa

- 1) O programa mecanicista: Descartes, Galileu e Newton. (a) A formação do conceito de força e a crítica continental. (b) A heurística de solução de problemas: Newton, D'Alembert, Euler. (c) O conceito de energia: Leibniz, Euler, Lagrange
- 2) O programa mecanicista no século XIX (a) A formação do eletromagnetismo e o conceito de campo. (b) A idéia de unificação das "forças da natureza": o eletromagnetismo, o calórico e a combustão. (c) A inclusão do calor no programa mecanicista: Clausius, Maxwell e a distribuição de velocidades. A entropia.
- 3) A 'matéria'. (a) A idéia de átomo e modelos atômicos. (b) Os raios catódicos e a descoberta do elétron. (c) A constituição da matéria.
- 4) O programa mecanicista no século XX (a) O eletromagnetismo, a teoria do elétron, o éter. A Teoria da Relatividade. (b) A estabilidade do átomo: Bohr e a quantização da energia; o efeito fotoelétrico. (c) A concepção quântica do mecanicismo e a crítica de Einstein.

Avaliação

Trabalhos individuais ou em grupo.

Bibliografia

Fontes secundárias

- E. J. Dijksterhuis, *The Mechanization of the World Picture*, Princeton University Press, 1986; pp.463-491.
- J. L. Heilbron, *Elements of Early Modern Physics*, University of California Press, 1982, capítulo 1.
- Richard Westfall, *The Construction of the Modern Science*, University of Cambridge Press, 1977.
- Peter Michael Harmann, *Energy, Force and Matter*, Cambridge, 1985
- Bernard Cohen and George Smith, *The Cambridge Companion to Newton*, Cambridge, 2002.
- Frank Close, Michael Marten and Christine Sutton (editores), *The Particle Explosion*, Oxford University Press, 1987.
- George Gamow, *The Great Physicists from Galileo to Einstein*, Dover, 1961. Publicado em Português como *Biografia da Física*, Jorge Zahar, anos 60.
- T. S. Kuhn, "Energy Conservation as an Example of Simultaneous Discovery", in: Marshall Clagett (editor) *Critical Problems in the History of Science*, Madison, 1959, 321-356.
- Penha Maria Cardoso Dias, Simone Pinheiro Pinto e Deisemar Hollanda Cassiano, *The Conceptual Import of Carnot's Theorem to the Discovery of the Entropy*, Archive for History of Exact Sciences, 49 (1995), 135-161
- Helge Kragh, *Quantum Generations*, Princeton, 1999.

Fontes Primárias

- W. F. Magie, *A Source Book in Physics*, McGrawHill, 1935.
 - Milton Munitz, *Theories of the Universe*, MacMillan, 1957.
 - Morris H. Shamos (editor), *Great Experiments in Physics (Firsthand Accounts from Galileo to Einstein)*, Dover, 1959.
 - Eric Mendoza (editor), *Reflections on the Motive Power of Fire by Sadi Carnot and Other Papers on the second law of Thermodynamics by E. Clapeyron and R. Clausius*, Dover, 1960.
 - Albert Einstein, *A Teoria da Relatividade Especial e Geral*, Contraponto, 1999.
-

Disciplinas eletivas (preliminar)

- Física Estatística – 2 créditos
(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.)
- Tópicos de Física Ondulatória – 1 crédito
- Tópicos de Mecânica Quântica – 1 crédito
- Tópicos de Física Atômica e Molecular – 1 crédito
- Tópicos de Física da Matéria Condensada – 1 crédito
- Tópicos de Física Nuclear – 1 crédito
- Tópicos de Física de Altas Energias – 1 crédito
- Tópicos de Astrofísica e Cosmologia – 1 crédito
- Computadores no ensino de Física – 2 créditos
(O computador no laboratório didático. Modelagem numérica de fenômenos físicos)
- Internet e ensino de Física - 2 créditos
(Produção de material didático para a Internet. *Applets* em Flash e Java. Ferramentas para ensino a distância.)
- Desenvolvimento e produção de material didático áudio-visual – 2 créditos
(Técnicas de fotografia e vídeo. Tratamento digital de imagens, áudio e vídeo.)
- Aplicação do PC no laboratório didático – 2 créditos
(Interfaciamento e coleta de dados. Robótica)
- Produção de material para laboratórios didáticos – 2 créditos
(Oficina mecânica: torno, freza, 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)
- Experimentos de baixo custo – 2 créditos
- Eletrônica no laboratório didático – 2 créditos
- Epistemologia das ciências naturais – 2 créditos
(Caracterização do conhecimento científico; formação das categorias formais de raciocínio em ciência; correntes epistemológicas: indutivismo, falsificacionismo, realismo; papel dos pressupostos metafísicos; explicação científica.)
- Tópicos de História da Física – 2 créditos
- Tópicos de Filosofia da Física – 2 créditos
- Teorias de Ensino e Aprendizagem
- Pesquisa em Ensino de Física
- Metodologia da pesquisa em ensino de ciências
- Desenvolvimento curricular
- Psicodidática da Física
- Enfoques multiculturais do ensino da ciência
- Seminários de atualização – 1 crédito
(Seminários dados por especialistas em diversas áreas da ciência.)

- Estágio em laboratório de pesquisa – 2 créditos
(Estágio supervisionado em um dos laboratórios de pesquisa do IF, a ser escolhido pelo aluno)
- Atividade acadêmica complementar
(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, etc. O número de créditos é variável, dependendo da atividade.)