



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE FÍSICA

PROJETO PEDAGÓGICO

CURSO DE BACHARELADO
EM FÍSICA MÉDICA

UBERLÂNDIA
2009

PROJETO PEDAGÓGICO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM FÍSICA MÉDICA
BACHARELADO
INSTITUTO DE FÍSICA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

1 – IDENTIFICAÇÃO

DENOMINAÇÃO DO CURSO: Física Médica	
MODALIDADE OFERECIDA: Bacharelado	
TITULAÇÃO CONFERIDA: Bacharel em Física Médica	
ANO DE INÍCIO DE FUNCIONAMENTO DO CURSO: 2010	
DURAÇÃO DO CURSO:	Mínimo: 4,5 (quatro e meio) anos para integralização curricular
	Médio: 5 (cinco) anos para integralização curricular
	Máximo: 7,5 (sete e meio) anos para integralização curricular
Nº DA RESOLUÇÃO DE CRIAÇÃO DO CURSO:	
REGIME ACADÊMICO: Semestral com entrada anual	
TURNO: Integral	
NÚMERO DE VAGAS OFERECIDAS: 40 vagas anuais com entrada no processo seletivo do início do ano	
CARGA HORÁRIA MÍNIMA: 3035 horas	

2 – ENDEREÇO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA: Av.: João Naves de Ávila, 2121, Bairro Santa Mônica – CEP. 38408-100 - Uberlândia/MG
INSTITUTO DE FÍSICA: Av.: João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1X - Bairro Santa Mônica CEP. 38408-100 - Uberlândia/MG
FÍSICA MÉDICA: Av.: João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1X - Bairro Santa Mônica – CEP. 38408-100 - Uberlândia/MG

1. Apresentação

1.1. Física no Brasil

A história da Física no Brasil é recente; antes de 1934 não houve praticamente pesquisa neste campo, limitando-se alguns poucos professores a acompanhar os avanços ocorridos na Europa. Por exemplo, o primeiro professor de Física da Escola Politécnica em São Paulo, Francisco F. Ramos, tirava radiografias em 1896, apenas um ano após a descoberta de Roentgen. Outro professor desta Escola, Teodoro A. Ramos proferiu uma série de conferências sobre a Mecânica Quântica em 1931. Até meados dos anos 1930 os estudos limitavam-se às escolas profissionais de Direito, Medicina e Engenharia. Como consequência da Revolução de 1930, as primeiras universidades foram fundadas em São Paulo (1934) e no Rio de Janeiro (1935), baseadas em Faculdades de Filosofia, Ciências e Letras dedicadas explicitamente à pesquisa, além do ensino. Entretanto, só muito lentamente o espírito de pesquisa começou a permear as Universidades, sendo que até hoje mantêm características de escolas profissionais.

Em São Paulo os Núcleos de Pesquisa foram formados por eminentes professores europeus. O Departamento de Física da Universidade de São Paulo foi fundado pelo professor italiano Gleb Wataghin, que logo criou em torno de si um grupo ativo de jovens entusiastas estudando as propriedades dos raios cósmicos, tanto experimentalmente, como do ponto de vista teórico.¹ Já em 1941 realizou-se um Simpósio Internacional de Raios Cósmicos no Rio de Janeiro, em que o grupo paulista apresentou trabalhos de bom nível. Depois da 2ª guerra mundial de 1939-45, muitos jovens discípulos de Wataghin estagiaram na Europa ou nos Estados Unidos, onde participaram de trabalhos de vanguarda, salientando-se a descoberta do meson pi (Lattes, Occhialini e Powell, 1947) e sua subsequente produção artificial (Lattes e Gardner, 1948). Voltando ao Brasil, estabeleceram grupos próprios. Assim César M. G. Lattes, Jayme Tiomno, José Leite Lopes e outros fundam o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas no Rio de Janeiro (1951), que foi o mais importante Centro de Física de Partículas teórica e experimental até 1963. Também no Rio, Bernard Gross dá início aos Estudos de Física dos Materiais do Instituto Nacional de Tecnologia, continuados por Joaquim da Costa Ribeiro, na Faculdade Nacional de Filosofia (hoje Universidade Federal do Rio de Janeiro). Na Universidade de

¹ A descoberta mais interessante desta época é a dos chuveiros penetrantes (feixes de partículas formados simultaneamente a partir de uma única colisão) de raios cósmicos, realizada em Campos de Cordão.

São Paulo, Marcelo Damy de Souza Santos dirige a instalação do primeiro acelerador nuclear, um Betatron, em 1948; alguns anos depois Oscar Sala e colaboradores constroem um acelerador eletrostático. Mário Schenberg realiza pesquisa em Teoria dos Campos e propicia, quando chefe do Departamento de Física, a instalação do Laboratório de Estado Sólido. Fundam-se novas instituições: Paulus A. Pompéia instala o Departamento de Física do Instituto Tecnológico da Aeronáutica, em São José dos Campos; Paulo Leal Ferreira estabelece o Instituto de Física Teórica; Abrahão de Moraes torna-se diretor do Observatório Astronômico de São Paulo, etc.

A partir de 1956 são fundadas muitas outras Instituições de Pesquisa em Física em todo o país, como mostra a Tabela 1. Cresce o número de físicos e em 1966 é fundada a Sociedade Brasileira de Física, com sede em São Paulo (no Instituto de Física da Universidade de São Paulo – IFUSP), que atualmente possui cerca de 3000 sócios e publica, dentre outros periódicos, a Revista Brasileira de Física, contendo trabalhos originais realizados principalmente no país. A necessidade de físicos para os próximos anos, em um cenário de desenvolvimento econômico e educacional rápido, é estimada em vários milhares. O ensino de física nos níveis de ensino médio e superior ainda é ministrado em grande parte por profissionais de outros campos, como engenheiros e médicos. Somente neste setor há necessidade de professores universitários às centenas e professores secundários aos milhares (cerca de 60.000)² sem falar de institutos de pesquisas e indústrias.

As pesquisas realizadas no Brasil são quase todas em Física Básica, com muito pouca aplicação prática imediata. Há varias razões para isto, sendo a principal a não solicitação por parte da indústria. As empresas que são filiais de grandes corporações internacionais dispõem de laboratórios de pesquisa no exterior e não realizam pesquisas de desenvolvimento de produtos no Brasil; importando toda a tecnologia necessária de suas matrizes. Mesmo as empresas nacionais - e as maiores são estatais - importam quase todo o *know-how* e não realizam, nem encomendam pesquisas no país. Para se ter uma indústria autônoma será indispensável instalar em curto prazo laboratórios de pesquisa aplicada de física.

² <http://portal.mec.gov.br/>

TABELA 1. Principais instituições de pesquisa em física no Brasil nos anos 90

Instituição	Cidade / Estado	Principais áreas de Pesquisa
USP - São Paulo, Instituto de Física.	São Paulo / SP	Física Nuclear, dos Sólidos e Teórica
USP - São Paulo, Instituto de Astronomia e Geofísica	São Paulo / SP	Geofísica, Astronomia, Astrofísica
USP – São Carlos, Instituto de Física de S. Carlos	São Carlos / SP	Física dos Sólidos
USP – Piracicaba, Escola Superior de Agricultura	Piracicaba/ SP	Física Nuclear Aplicada à Agricultura
Instituto de Energia Atômica	São Paulo / SP	Física Nuclear, Pura e Aplicada
Instituto de Física Teórica	São Paulo / SP	Física Teórica
Centro de Radioastronomia da Universidade Mackenzie	São Paulo / SP	Radioastronomia
UNICAMP – Campinas, Instituto de Física	Campinas / SP	Física dos Sólidos
Instituto Tecnológico de Aeronáutica	São José dos Campos / SP	Pesquisas Espaciais
PUC – Rio, Instituto de Física	Rio de Janeiro / RJ	Física Teórica, Nuclear e dos Sólidos
UFRJ – Instituto de Física	Rio de Janeiro / RJ	Física dos Sólidos
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas	Rio de Janeiro / RJ	Física Teórica, Nuclear e dos Sólidos
Instituto de Energia Nuclear	Rio de Janeiro / RJ	Física Nuclear Aplicada
UFMG – Departamento de Física	Belo Horizonte / MG	Física dos Sólidos
UFRS – Instituto de Física	Porto Alegre / RS	Física Teórica, Nuclear e dos Sólidos
UFB – Instituto de Física e Geofísica	Salvador / BA	Geofísica
UFC – Instituto de Física	Fortaleza / CE	Física dos Sólidos
UNB – Instituto de Física	Brasília / DF	Física dos Sólidos
UFPE – Instituto de Física	Recife / PE	Física dos Sólidos e Nuclear

1.2. Instituto de Física / Universidade Federal de Uberlândia

A origem do Instituto de Física remonta ao antigo Departamento de Ciências Físicas da Universidade Federal de Uberlândia (DECIF/UFU).

O DECIF foi criado pelo Parecer nº 123/81 do Conselho Universitário, em sua 73ª reunião, em 25 de junho de 1981, tendo como primeiro Chefe de Departamento o Prof. Everaldo Ribeiro Franco e um corpo docente composto por dezesseis professores.

Após a criação do DECIF, as atividades acadêmicas passaram a ser desenvolvidas por três áreas do conhecimento distintas: Física, Tribologia e Resistência dos Materiais. A área de Física, inicialmente com 13 docentes, atuava exclusivamente no ensino de Física

para os cursos de Engenharia ligados ao Centro de Ciências Exatas e Tecnologia (CETEC), devido à inexistência de cursos de Física.

A partir de 1985, com a titulação do primeiro doutor em Física no quadro docente do DECIF, tendo, então, 16 professores da área, estabeleceu-se como prioridade a formação de um Grupo de Pesquisa em Física Teórica na área de Física da Matéria Condensada. A capacitação dos docentes foi intensificada, juntamente com a priorização da contratação de professores titulados (em nível de Doutorado). O resultado foi a transformação de um quadro de docentes com um doutor e cinco mestres, para um quadro de nove doutores. Neste período, iniciaram-se efetivamente os trabalhos de pesquisa em Física Teórica, com a orientação de alunos da graduação dos cursos de Engenharia, na modalidade de iniciação científica.

Em 1994, o DECIF criou seu primeiro curso de graduação: o curso de Licenciatura em Física, aprovado pela Resolução 25/94 do Conselho Universitário (CONSUN/UFU), tendo recebido seus primeiros estudantes no início de 1995. O curso oferecia 30 vagas no início do ano letivo, com entrada através do Vestibular e, mais tarde, também através do PAIES. O referido curso é ministrado no período noturno, com duração de quatro anos e meio e foi reconhecido pelo MEC pela Portaria MEC 217/00 de 23 de fevereiro de 2000.

Quase simultaneamente à criação do curso de Licenciatura em Física, o DECIF intensificou a sua atuação em projetos de extensão, com o oferecimento de mini-cursos e cursos de reciclagem para, respectivamente, estudantes e professores do ensino médio da região. Nos anos seguintes foram realizados cursos de Especialização em Física (*Latu Senso*), voltados, principalmente, para professores do ensino médio da região, desenvolvidos em sistema modular. Até o presente momento já foram oferecidas cinco versões destes cursos.

Em 1997, implantou-se o Laboratório de Novos Materiais Isolantes e Semicondutores, cujo objetivo era o de iniciar pesquisa básica experimental no DECIF. Com a diversidade de três áreas de pesquisa do Departamento – i) Estrutura eletrônica de materiais, ii) Síntese, crescimento e caracterização óptica de materiais e iii) Sistemas complexos –, os objetivos estabelecidos, as prioridades e a sistemática de trabalho de cada área culminaram na intenção do desmembramento do antigo DECIF, em 1998. Assim, inicia-se o processo de criação da Faculdade de Física (FAFIS), que é viabilizado a partir da reestruturação das Unidades Acadêmicas da UFU, no ano de 2000. A efetivação da criação da FAFIS é estabelecida em 27/10/2000 pela Resolução 08/2000 do CONSUN/UFU, agregando as áreas de Física e Resistência dos Materiais, e contando-se

com 20 professores efetivos e 11 professores substitutos. No quadro permanente, 12 professores tinham formação em Física.

No final do primeiro semestre de 1999, graduou-se a primeira turma do Curso de Licenciatura em Física. Alguns destes formandos, tendo participação em trabalhos de pesquisa de programas de Iniciação Científica, ingressaram em programas de Mestrado em Física em outras instituições de ensino superior nacionais.

Com a crescente procura dos alunos egressos da Licenciatura por especialização ao nível de pós-graduação, em 2000, foi elaborado o projeto de criação do Programa de Pós-graduação em Física na UFU – Nível Mestrado. Este curso foi aprovado pela Resolução 25/94 do CONSUN/UFU, de 12 de dezembro de 1994, tendo início em 2001. Até o presente ano, o Programa, já titulou 24 mestres em Física, em sua maioria, ex-alunos do curso de Licenciatura em Física da UFU.

O Programa de Pós-Graduação em Física visa atender uma grande procura qualificação de pessoal das regiões do Triângulo Mineiro e do Alto Paranaíba do Estado de Minas Gerais, além de uma parte da região do Centro-Oeste brasileiro, uma vez que nesta região há, aproximadamente, uma população de 3 milhões de habitantes, com uma carência acentuada de profissionais da área de Física. Somando a este fato, os cursos de Física mais próximos à Uberlândia se encontram a uma distância entre 300 e 600 km. Tratam-se dos cursos de Física das seguintes Instituições de Ensino Superior: USP/Ribeirão Preto, USP/São Carlos, UFMG, UNB e UFG.

A partir de 2002, com a reposição do quadro de professores permanentes da UFU, houve a oportunidade de diversificação das pesquisas em Física Teórica e Experimental, que puderam ser ampliadas para três áreas de concentração: 1) Estrutura Eletrônica de Materiais, 2) Síntese, Crescimento e Caracterização Óptica de Materiais e 3) Sistemas Complexos.

Como uma necessidade de alimentar o Programa de Pós-Graduação em Física – nível mestrado – e com base na natural tendência do corpo docente qualificado da FAFIS, criou-se o curso de graduação em Física de Materiais, na modalidade bacharelado, aprovado pelo CONSUN em 25 de junho de 2004 (Resolução 08/2004). Sua primeira turma ingressou no primeiro semestre letivo de 2005. O curso foi reconhecido pelo MEC por ato de legalização expresso na Portaria MEC 798/2008, de 14 de novembro de 2008. O curso oferta 30 vagas, anualmente, com entrada no início do ano letivo. É um curso de regime integral, com duração de 4 anos e, atualmente, possui 83 alunos matriculados, sendo que a sua primeira turma formou-se em 2008. Alguns alunos formados nesta

primeira turma já estão matriculados no curso de Mestrado em Física do atual Instituto de Física da UFU.

Em 2005, cumprindo os requisitos de possuir um corpo docente de pelo menos 30 professores, e de possuir cursos de graduação e pós-graduação, a Faculdade de Física, pela Portaria R nº 0613/05 de 03 de junho de 2005, passou a Instituto de Física (INFIS/UFU).

Em 2007, o corpo docente da pós-graduação, contando com 11 doutores, dos quais 8 com bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq, propôs a criação da modalidade Doutorado dentro do programa de Pós-Graduação em Física do INFIS. O Doutorado em Física foi criado em março de 2008, pela Portaria 04/2007 do CONSUN, de 25 de maio de 2007.

O objetivo principal do Programa de Pós-Graduação em Física do INFIS é a formação acadêmica de Mestres e Doutores em Física Básica e Aplicada, com desenvolvimento de pesquisa na área de Física da Matéria Condensada teórica e/ou experimental, visando aplicações tecnológicas.

O Programa de Pós-Graduação em Física do INFIS tem proporcionado aos professores doutores o desenvolvimento de pesquisa e a formação de pessoal qualificado. Grande parte dos docentes credenciados no Programa está engajada em projetos de interesse mais geral do país como, por exemplo: PRONEX, REDE NANOCIÊNCIA, REDE DE NANOBIOIMAGNETISMO, PROCAD, INSTITUTOS NACIONAIS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, entre outros.

A formação de mestres e, futuramente, de doutores em Física, tem fortalecido a execução de Projetos de Pesquisa dos docentes do Programa de Pós-Graduação em Física do INFIS, que, nestes 6 anos, foram realizados graças a recursos obtidos através de financiamentos por órgãos de fomento, tais como: MCT/CNPq, FAPEMIG, CNPq, FINEP, CAPES/PROAP e CAPES/PRODOC. A consequência deste avanço refletiu-se na motivação dos docentes em procurar, permanentemente, novos intercâmbios técnico-científicos com outras instituições de pesquisa, fortalecendo, assim, a inserção nacional e internacional do Instituto.

Além disso, o Programa de Pós-Graduação em Física do INFIS auxilia na manutenção de intercâmbios, em muitos casos envolvendo o deslocamento de alunos do mestrado e doutorado. Entre as instituições com as quais são mantidas parcerias, destacam-se: University of Exeter, Reino Unido; University of Lecce, Lecce - Italy; University of Califórnia, Los Angeles - EUA; Instituto Superior Técnico - Portugal; Universidade Nova de Lisboa - Portugal; Ohio University - EUA; Universidade Federal de Minas Gerais;

Universidade Estadual de Campinas; Universidade de São Paulo - São Paulo e São Carlos; Universidade Federal de Santa Maria; Universidade Federal de Pernambuco; Universidade de Brasília; Universidade Estadual Paulista; Universidade Estadual de Londrina; Universidade Federal de São Carlos e Universidade Federal do ABC.

Atualmente, os docentes do INFIS estão imbuídos da tarefa de consolidar e fortalecer o Programa de Pós-Graduação em Física e o Curso de Bacharelado em Física dos Materiais. Com o plano de expansão das Universidades Federais do Governo Federal, no âmbito do REUNI, foi proposta e aprovada em reunião do Conselho do INFIS, em 09 de janeiro de 2008, a criação do Curso de Bacharelado em Física Médica, com a oferta de 70 vagas, e início previsto para 2010. A comissão para elaborar o projeto pedagógico do curso de Bacharelado em Física Médica foi criada pelas Portarias InFis nº 15/2008 de 13 de outubro de 2008 e nº 33/2009 de 09 de julho de 2009, composta pelos seguintes professores do InFis: Antônio Ariza Gonçalves Júnior, Alexandre Marletta, Eduardo Kojy Takahashi e Omar de Oliveira Diniz Neto. Tendo como coordenador de curso “pro-tempore” o professor Alexandre Marletta, nomeado pela Portaria R nº 1393 de 06 de novembro de 2009. Após um estudo minucioso da comissão interna do INFIS, responsável pela elaboração do Projeto Pedagógico do curso de Física Médica, ficou aprovada em assembléia, no dia 23 de abril de 2009, a criação do Curso de Física Médica, com 40 vagas. O motivo desta alteração do número de vagas foi à dificuldade de estabelecer vagas de estágio supervisionado para uma turma maior que 40 alunos, uma vez que estes deverão realizar seus estágios em clínicas médicas e hospitais. Para atender essa alteração, fez necessário a ampliação do curso de 8 semestres, aprovado na Resolução nº05 de abril de 2009 para 10 semestres, aprovado na reunião do Conselho Universitário, realizada em 20 de outubro de 2009. As vagas restantes foram redistribuídas da seguinte forma: 10 para o curso de Bacharelado em Física de Materiais e 20 para o curso de Licenciatura em Física.

2. Justificativa

Nas últimas duas décadas houve uma considerável expansão dos cursos de Física no país, entre eles o curso de Licenciatura em Física na UFU em 1995.

Este fato é resultado da crescente demanda de recursos humanos especializados, principalmente, no ensino de ciências no ensino fundamental e de física no ensino médio. Outros fatores que contribuíram para esta expansão foram: a crescente formação de doutores em Física, em suas diversas áreas, a expansão das Universidades Federais, tal

como o Campus avançado da UFU em Ituiutaba e o aumento de vagas docentes nas Universidades Federais. Seguindo esta tendência, houve, nestas décadas, um aumento considerável de novos cursos de Física nas modalidades aplicada ou interdisciplinar, dentre os quais se podem citar: o Curso de Física Médica no Instituto de Física da UNICAMP e no Departamento de Física da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP-Ribeirão Preto; o Curso de Engenharia Física no Departamento de Física da UFSCar; os Cursos de Física Computacional e Física Biológica no Instituto de Física de São Carlos/USP. Além disso, a Física também tem atuado na área de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) na Agronomia, sendo que, atualmente, o Presidente da EMBRAPA é o físico Dr. Silvio Crestana. Verifica-se, deste modo, um crescente aumento das atividades de ensino e pesquisa aplicadas e interdisciplinar na área de Física.

No que tange ao Bacharelado em Física Médica, a demanda por profissionais qualificados pode ser creditada, principalmente, ao avanço tecnológico crescente dos equipamentos utilizados pelo setor da saúde. Tomografia computadorizada, aplicação de luz Laser no tratamento dermatológico, Medicina Nuclear no tratamento do câncer, entre outros, são exemplos de áreas que necessitam de um profissional qualificado para sua operacionalização e desenvolvimento. Segundo dados de 2007, da Associação Brasileira de Física Médica, o Brasil tem da ordem de 1000 físicos médicos atuantes no mercado de trabalho, principalmente nas grandes capitais do sul-sudeste, o que mostra uma carência muito grande de profissionais nas regiões brasileiras com menor concentração demográfica.

Portanto, a justificativa para esta proposta de criação do Curso de Bacharelado em Física Médica está baseada na necessidade de:

- a) expansão da tecnologia e da instrumentalização dos hospitais e clínicas especializadas que, em Uberlândia e região, somam mais de 50 unidades,
- b) expansão da formação de Físicos com uma visão interdisciplinar,
- c) expansão dos cargos de Professores nas IES e IFETS e
- d) promoção de uma formação de Física Aplicada a Físicos com capacidade de absorver e desenvolver novas tecnologias.

2.1. Objetivo do curso

O objetivo principal do Curso de Bacharelado em Física Médica é a formação de Físicos Médicos guiados pelas Diretrizes consolidadas pela Comissão de Especialistas de

Física da SESu/MEC, referentes ao Edital MEC nº4/97 de 10 de dezembro de 1997. Os futuros Físicos Médicos serão capacitados de habilidades, competências e atitudes necessárias para atuação nas áreas de interface da Física, das Ciências Biológicas e da Saúde básica e / ou aplicada. Para tanto, serão oferecidas uma sólida formação teórica e prática em Física e uma visão geral das áreas de interface, dentre as quais se podem citar: Química, Matemática, Biologia, Medicina, Computação e Filosofia; o que deve prover não apenas uma formação fundamental, como também o espírito criativo e crítico-científico dos alunos, sempre em consonância com os preceitos éticos. De caráter interdisciplinar, o Curso terá uma grande interface, tanto com os Cursos de graduação e pós-graduação da UFU, quanto com as áreas aplicadas às Ciências Biológicas e da Saúde. Neste contexto, os objetivos específicos do Curso na formação do Físico Médico são:

- fornecer uma sólida formação teórica e prática em Física, que leve ao efetivo domínio de seus fundamentos nas áreas clássica e moderna;
- propiciar habilidades abrangentes e instrumentais, teóricas ou práticas, relacionadas à capacidade de entendimento dos princípios de funcionamento e desenvolvimento de novas tecnologias;
- fornecer conhecimento científico necessário para a interpretação crítica e objetiva da realidade científica, assim como a capacidade de intervenção nesta realidade;
- capacitar o estudante para diagnosticar, formular e encaminhar a solução de problemas experimentais e / ou teóricos, reais ou abstratos, fazendo uso dos instrumentos laboratoriais ou métodos matemáticos apropriados;
- desenvolver um senso ético profissional, respeitando a pluralidade de idéias e as conseqüentes responsabilidades sociais;
- reconhecer as relações entre a Física e as outras áreas do saber, assim como desenvolver o espírito crítico por meio do contato permanente com a sociedade;
- integrar o ensino de graduação com o de pós-graduação, na busca incessante pela atualização do conhecimento científico na área, e contribuir para a criação de novas linhas de pesquisa da pós-graduação;

3. Princípios, Fundamentos e Caracterização do Egresso

3.1 Introdução

O curso de Física Médica tem como característica a interdisciplinaridade e é baseado nos fundamentos da Física. Os profissionais desta área têm atuado em harmonia

com especialistas de outras áreas do saber, tais como: químicos, médicos, matemáticos, biólogos e engenheiros. Esta cooperação técnico-científica tem resultado, principalmente, na prevenção e tratamento de doenças. Além disso, os conhecimentos desenvolvidos na Física, quando aplicados à Medicina, têm proporcionado um progressivo avanço na qualidade e variedade de métodos de análise e diagnóstico de doenças. Como exemplo, pode-se citar o desenvolvimento de novos equipamentos e técnicas menos agressivas no tratamento radioterápico do câncer. Deste modo, o profissional de Física Médica desempenha um papel importante no mundo atual, onde o conhecimento isolado não mais atende às necessidades sociais.

3.2 Perfil do Físico Médico

Atualmente, apesar do Físico Médico, assim como o Físico, não possuírem a regulamentação de sua profissão via um Conselho Regional, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996), nos termos do inciso II do artigo 53, conferiu autonomia às Instituições de Ensino Superior para fixar os currículos de seus cursos, observadas as Diretrizes Curriculares gerais pertinentes, consolidadas pela Comissão de Especialistas de Física da SESu/MEC de 1997.

O perfil desejado do bacharel em Física Médica será o de um profissional com sólida formação em Física, conhecedor do método científico, com desenvolvimento da atitude científica como hábito para a busca da verdade científica, de maneira ética e com perseverança, preparado para enfrentar novos desafios e buscar soluções de problemas de forma criativa e com iniciativa.

De outra forma, o perfil do bacharel em Física Médica, ou Físico-interdisciplinar, é o de utilizar prioritariamente o instrumental (teórico e / ou experimental) da Física em conexão com outras áreas do saber, como, por exemplo, Biofísica, Medicina, Biologia, Química, Comunicação, Economia, Administração e incontáveis outros campos. Em quaisquer dessas situações, o físico passa a atuar de forma conjunta e harmônica com especialistas de outras áreas, tais como, químicos, médicos, matemáticos, biólogos, engenheiros e administradores.

3.3 Competências, Habilidades e Atitudes

A formação do Físico Médico deve levar em conta tanto as perspectivas tradicionais de atuação dessa profissão, como as novas demandas que vêm emergindo nas

últimas décadas. Em uma sociedade em rápida transformação, como esta em que hoje vivemos, surgem continuamente novas funções sociais e novos campos de atuação, colocando em questão os paradigmas profissionais anteriores, com perfis já conhecidos e bem estabelecidos. Dessa forma, o desafio é propor uma formação, ao mesmo tempo ampla e flexível, que desenvolva habilidades e conhecimentos necessários às expectativas atuais e capacidade de adequação a diferentes perspectivas de atuação futura.

Além disso, este futuro profissional deverá ser capaz de trabalhar com a diversidade das especialidades das outras áreas do conhecimento. O que deve habilitá-lo a atuar, não só no meio tradicionalmente acadêmico, mas também em diversas entidades ligadas à área de Saúde, como: hospitais, centros de imagens e de pesquisas biomédicas, biológicas e industriais. De modo geral, este perfil permitirá sua atuação nas áreas:

- Radiações ionizantes;
- Formação, processamento e controle de qualidade de imagens médicas;
- Instrumentação biomédica, assistência, consultoria e fiscalização de serviços e equipamentos;
- Pesquisa básica e aplicada em Física Médica e treinamento de pessoal.

Especificamente, o Físico Médico poderá atuar em hospitais, clínicas, centros de imagens, indústria de equipamentos médico-odontológicos, entre outras. As áreas de atuação podem ser divididas em:

- Clínica: suporte clínico diário, aquisição de equipamentos, planejamento, garantia da qualidade, radioproteção, cálculos de dose e interlocução com outros profissionais;
- Pesquisa: novos procedimentos, integração de novos equipamentos para uso clínico, avaliação da eficácia terapêutica ou diagnóstica e pesquisa científica básica;
- Educação: docência em Física Médica, residência, aprimoramento e pós-graduação;
- Regulatória: elaboração de normas, fiscalização e metrologia.

A diversidade de atividades e atuações pretendidas para o Bacharel em Física Médica necessita de qualificações profissionais básicas comuns, que devem corresponder a objetivos claros de formação que, para o bacharelado, podem ser enunciadas sucintamente, através das competências essenciais desses profissionais:

- Dominar princípios gerais e fundamentos da Física, estando familiarizado com suas áreas clássicas e modernas, tendo consciência do modo de produção próprio desta ciência - origens, processo de criação, inserção cultural - tendo também conhecimento das suas aplicações em várias áreas;
- Descrever e explicar fenômenos naturais, processos e equipamentos tecnológicos em termos de conceitos, teorias e princípios físicos gerais;
- Diagnosticar, formular e encaminhar a solução de problemas físicos, experimentais ou teóricos, práticos ou abstratos, fazendo uso dos instrumentos laboratoriais ou matemáticos apropriados;
- Estar engajado num processo de contínuo aprimoramento profissional, procurando sempre manter atualizada sua cultura científica geral e sua cultura técnica profissional específica;
- Desenvolver uma ética de atuação profissional e a conseqüente responsabilidade social, compreendendo a Ciência como conhecimento histórico, desenvolvido em diferentes contextos sócio-políticos, culturais e econômicos.
- Perceber o quanto o domínio de certos conteúdos, habilidades e competências próprias à Física importam para o exercício pleno da cidadania.

O desenvolvimento das competências apontadas nas considerações anteriores está associado à aquisição de determinadas habilidades, também básicas. As habilidades gerais que devem ser desenvolvidas pelos Bacharéis em Física Médica da UFU são:

- Utilizar a matemática como uma linguagem para a expressão dos fenômenos naturais;
- Resolver problemas experimentais, desde seu reconhecimento e a realização de medições, até a análise de resultados;
- Propor, elaborar e utilizar modelos físicos, reconhecendo seus domínios de validade;
- Concentrar esforços e persistir na busca de soluções para problemas de solução elaborada e demorada;
- Utilizar a linguagem científica na expressão de conceitos físicos, na descrição de procedimentos de trabalhos científicos e na divulgação de seus resultados;
- Utilizar os diversos recursos da informática, dispondo de noções de linguagem computacional;

- Conhecer e absorver novas técnicas, métodos ou uso de instrumentos, seja em medições, seja em análise de dados (teóricos ou experimentais);
- Reconhecer as relações do desenvolvimento da Física com outras áreas do saber, tecnologias e instâncias sociais, especialmente contemporâneas;
- Apresentar resultados científicos em distintas formas de expressão, tais como relatórios, trabalhos para publicação, seminários e palestras.

A formação do Bacharel em Física Médica não pode, por outro lado, prescindir de uma série de vivências que vão tornando o processo educacional mais integrado. Estas vivências essenciais ao graduado em Física Médica são:

- Ter realizado experimentos em laboratórios;
- Ter tido experiência com o uso de equipamento de informática;
- Ter feito pesquisas bibliográficas, sabendo identificar e localizar fontes de informação relevantes;
- Ter entrado em contato com idéias e conceitos fundamentais da Física e das Ciências, através da leitura de textos básicos;
- Ter tido a oportunidade de sistematizar seus conhecimentos e seus resultados em um dado assunto através de, pelo menos, a elaboração de um artigo, comunicação ou monografia.

As atitudes desejadas do bacharel em Física Médica devem estar relacionadas, principalmente, às seguintes características:

- Esmerar-se na busca ativa do conhecimento e da compreensão;
- Possuir uma visão crítica, com disposição para avaliar novas idéias;
- Julgar, com critério, objetividade e honestidade, as evidências que se apresentarem;
- Reconhecer e tolerar a diversidade de idéias.

4. Estrutura Curricular

4.1. Introdução

O curso de bacharelado em Física Médica está sendo proposto para ter seu início no primeiro semestre letivo de 2010, com ingresso anual de 40 estudantes. O Curso de Bacharelado em Física Médica terá regime integral de estudos, com o oferecimento de disciplinas em regime semestral alternado, como ocorre atualmente no Curso de Bacharelado em Física de Materiais. A carga horária mínima será de 3035 horas,

distribuídas em dez (10) semestres, na forma de disciplinas que compõem um núcleo comum, um núcleo de formação profissionalizante, atividades complementares, estágio supervisionado e um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). O estágio supervisionado, com 300 horas de duração, deverá ser efetuado nos seguintes ambientes: hospitais, clínicas e centros de imagens e biomédicos.

A seleção para o Curso de Bacharelado em Física Médica será feita por meio da classificação e aprovação nos processos seletivos regulares da UFU, de acordo com as normas internas da instituição. A matrícula será feita por disciplinas, devendo ser priorizadas as disciplinas pendentes de menor período.

Os prazos máximos e mínimos sugeridos para a conclusão do curso de Bacharelado em Física Médica seguem a Resolução nº 09 de 10/10/1969 do Conselho Federal de Educação (que fixa mínimos de conteúdos e duração para os cursos de Bacharelado) e a Indicação nº 46/74 de 07/06/1974 (que fixa os mínimos de conteúdo e duração do curso de Bacharelado, particularmente da parte que trata da Habilitação em Física):

- Prazo mínimo para integralização: 09 semestres (4,5 anos);
- Prazo máximo para integralização: 15 semestres (7,5 anos).

A integralização curricular se fará através da aprovação em todas as disciplinas do núcleo comum (obrigatórias), nas disciplinas do núcleo de formação profissionalizante, no cumprimento da carga horária mínima das atividades complementares e no cumprimento da carga horária mínima do estágio supervisionado, perfazendo um mínimo de 3035 horas. Ao concluir o curso, o aluno terá direito ao diploma de Bacharel em Física Médica.

4.2. Organização e conteúdos curriculares

A construção curricular teve por base a formação científica necessária para a área de Física Médica, considerando o desenvolvimento de habilidades e atividades que contemplassem temas decisivos para a formação. Na organização do currículo, procurou-se garantir, tanto quanto possível, a sua flexibilidade, ofertando algumas disciplinas com programas e conteúdos abertos, para propiciar a atualização de paradigmas científicos, a diversificação de formas de produção de conhecimento, o desenvolvimento da autonomia do aluno e, inclusive, a interdisciplinaridade.

Para atingir uma formação que contemple os perfis, competências e habilidades e, ao mesmo tempo, flexibilizar a inserção do formando em um mercado de trabalho diversificado, o conteúdo curricular foi dividido em duas partes:

- Um núcleo comum;
- Um núcleo de formação profissionalizante especializado em Física Médica, que conterá o conjunto de atividades necessárias para completar o curso de Bacharelado em Física Médica.

i) O Núcleo Comum

O Núcleo Comum será caracterizado por conjuntos de disciplinas relativos à Física Geral, Clássica e Moderna, Matemática, Química e Computação. As disciplinas serão identificadas pelas categorias FNC e MAT e serão ofertadas conjuntamente com os alunos do Curso de Bacharelado em Física de Materiais. Estes conjuntos de áreas de disciplinas são detalhados a seguir.

a) Física Geral

Consiste no conteúdo de Física do ensino médio, revisto em maior profundidade, com conceitos e instrumentais matemáticos adequados. Além de uma apresentação teórica dos tópicos fundamentais (mecânica, termodinâmica, eletromagnetismo, física ondulatória), serão realizadas práticas de laboratório, ressaltando o caráter da Física como ciência experimental. Este conteúdo estará distribuído nas disciplinas Física Básica I (Mecânica), Física Básica II (Ondas e Termodinâmica), Física Básica III (Eletromagnetismo), Física Básica IV (Óptica) e seus respectivos laboratórios: Laboratório de Física Básica I, Laboratório de Física Básica II, Laboratório de Física Básica III e Laboratório de Física Básica IV.

b) Matemática

É o conjunto mínimo de conceitos e ferramentas matemáticas necessárias ao tratamento adequado dos fenômenos em Física, composto por cálculo diferencial e integral, geometria analítica, álgebra linear e computação. Este conteúdo estará distribuído nas disciplinas Geometria Analítica, Álgebra Linear, Cálculo Diferencial e Integral I, Cálculo Diferencial e Integral II, Cálculo Diferencial e Integral III, Cálculo Numérico e Introdução à Programação.

c) Física Clássica

São os cursos com conceitos estabelecidos (em sua maior parte) anteriormente ao Séc. XX, envolvendo mecânica clássica, eletromagnetismo e termodinâmica. Os conteúdos

desta parte estarão distribuídos nas disciplinas Mecânica Clássica I, Eletromagnetismo I, Eletromagnetismo II e Termodinâmica.

d) Física Moderna e Contemporânea

Consiste na Física desde o início do Séc. XX, compreendendo conceitos de mecânica quântica, física estatística, relatividade e aplicações. Os conteúdos desta parte estarão distribuídos nas disciplinas Física Moderna, Mecânica Quântica I e Mecânica Estatística.

e) Química

São as disciplinas que oferecem uma visão geral da química, seus conceitos básicos e aplicações, noções de cinética química, termodinâmica química e eletroquímica, distribuídos nas disciplinas Introdução à Química, Físico-Química e Laboratório de Físico-Química.

f) Biologia

As disciplinas Fisiologia e Anatomia Humana devem oferecer os conceitos básicos em anatomia e fisiologia humana, que são fundamentais na área de imagens médicas e aspectos clínicos da Física Médica. Nas disciplinas Biofísica Molecular e Bioquímica deverão ser abordados os conhecimentos e aplicações em biomecânica bioenergia, bioeletricidade e biomagnetismo.

As disciplinas que fazem parte do núcleo comum dispostas na Tabela 2. No Anexo I são apresentadas as fichas de disciplinas com suas respectivas cargas horárias, pré-requisitos, co-requisitos, ementas, bibliografias e conteúdos.

TABELA 2. Disciplinas obrigatórias do Núcleo Comum

Categoria	Nome da Disciplina	U.A.	C.H.S.	Carga Horária			Pré-requisito	Co-requisito
				Teórica	Prática	Total		
FNC11	Física Básica I	INFIS	06	90	0	90	Livre	---
FNC12	Laboratório de Física Básica I	INFIS	02	0	30	30	Livre	---
FMD13	Introdução à Física Médica	INFIS	01	15	0	15	Livre	---
MAT02	Cálculo Diferencial e Integral I	FAMAT	06	90	0	90	Livre	---
MAT03	Geometria Analítica	FAMAT	05	75	0	75	Livre	---

FMD14	Introdução à Química Geral	IQUFU	04	60	0	60	Livre	---
FNC21	Física Básica II	INFIS	06	90	0	90	Livre	FNC11 e MAT02
FNC22	Laboratório de Física Básica II	INFIS	02	0	30	30	Livre	FNC11 e FNC12
MAT05	Cálculo Diferencial e Integral II	FAMAT	06	90	0	90	Livre	MAT02
MAT07	Álgebra Linear	FAMAT	03	45	0	45	Livre	---
FNC31	Física Básica III	INFIS	06	90	0	90	Livre	FNC21 e MAT05
FNC32	Laboratório de Física Básica III	INFIS	02	0	30	30	Livre	FNC21 e FNC22
FNC33	Introdução à Computação	FACOM	04	60	0	60	Livre	---
MAT08	Cálculo Diferencial e Integral III	FAMAT	06	90	0	90	Livre	MAT05
FNC41	Física Básica IV	INFIS	04	60	0	60	Livre	FNC31
FNC42	Laboratório de Física Básica IV	INFIS	02	0	30	30	Livre	FNC31 e FNC32
FNC43	Calculo Numérico	FAMAT	04	60	0	60	Livre	FNC33
FNC44	Mecânica Clássica I	INFIS	04	60	0	60	Livre	FNC31 e MAT08
FNC51	Física Moderna	INFIS	04	60	0	60	Livre	FNC41
FNC52	Laboratório de Física Moderna I	INFIS	04	0	60	60	Livre	FNC42
FNC55	Eletromagnetismo I	INFIS	04	60	0	60	Livre	FNC31 e MAT08
FNC61	Mecânica Quântica I	INFIS	04	60	0	60	Livre	FNC51
FNC62	Termodinâmica	INFIS	04	60	0	60	Livre	FNC21 e MAT05
FNC65	Eletromagnetismo II	INFIS	04	60	0	60	Livre	FNC55
FNC73	Mecânica Estatística	INFIS	04	60	0	60	Livre	FNC51

Legenda:

FNC – Disciplinas do núcleo comum aos Cursos de Bacharelado em Física dos Materiais e em Física Médica;

MAT – Disciplinas da FAMAT comuns aos aos Cursos de Bacharelado em Física dos Materiais e em Física Médica;

ii) O Núcleo de Formação Profissionalizante

O núcleo de formação profissionalizante, com definição em Física Médica, contemplará conteúdos específicos para a formação do físico-interdisciplinar na área. Compreenderá tópicos avançados em Matemática, Física Teórica ou Física Experimental, possuindo uma grande interação com as áreas interdisciplinares da Química, Ciências Biológicas e Medicina. O núcleo de formação profissionalizante é composto por um rol de disciplinas obrigatórias e optativas. Futuramente, outros núcleos de formação

profissionalizante poderão vir a incorporar o curso de Bacharelado em Física Médica da UFU, de acordo com as Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Física e de acordo com o desenvolvimento das atividades de pesquisa do Instituto de Física. Conforme previsto nas Diretrizes Curriculares, a conclusão de cada núcleo de formação profissionalizante dará, ao estudante, direito à obtenção de um Certificado de Conclusão.

As disciplinas que fazem parte do núcleo de formação profissionalizante estão dispostas na Tabela 3. No Anexo I são apresentadas as fichas de disciplinas com suas respectivas cargas horárias, pré-requisitos, co-requisitos, ementas, bibliografias e conteúdos.

TABELA 3. Disciplinas obrigatórias e optativas do Núcleo de Formação Profissionalizante

Categoria	Nome da Disciplina	U.A.	C.H.S.	Carga Horária			Pré-requisito	Co-requisito
				Teórica	Prática	Total		
FMD23	Físico-Química	IQUFU	04	60	0	60	Livre	---
FMD24	Laboratório de Físico Química	IQUFU	02	0	30	30	Livre	---
FMD34	Introdução à Biologia Celular	ICBIM	04	40	20	60	Livre	---
FMD45	Anatomia Humana	ICBIM	04	30	30	60	Livre	---
FMD46	Biofísica	ICBIM	04	45	15	60	Livre	---
FMD54	Fisiologia	ICBIM	06	75	15	90	Livre	---
FMD64	Interação da Radiação com Matéria Biológica	INFIS	04	60	0	60	Livre	---
FMD73	Dosimetria e Proteção Radiológica	INFIS	04	60	0	60	Livre	---
FMD81	Introdução à Espectroscopia	INFIS	04	60	0	60	Livre	FNC55 e FNC61
FMD83	Ressonância Magnética Nuclear e Imagens	INFIS	04	60	0	60	Livre	---
SFM01	Física da Radioterapia	INFIS	04	60	0	60	Livre	---
SFM02	Processamento de Imagens	INFIS	04	45	15	60	Livre	---
SFM03	Física da Medicina Nuclear	INFIS	04	0	60	60	Livre	---
SFM04	Tópicos Especiais em Física Médica	INFIS	04	60	0	60	Livre	---
SFM05	Aspectos Clínicos da Física Médica	FAMED	04	60	0	60	Livre	---
SFM06	Ética	FAFCS/DEFIL	04	60	0	60	Livre	---
SFM07	Bioquímica	INGEB	04	45	15	60	Livre	---
SFM08	Biologia Celular e Molecular	INGEB	04	30	30	60	Livre	---
BFM44	Métodos da Física Teórica I	INFIS	04	60	0	60	Livre	MAT08
BFM71	Mecânica Quântica II	INFIS	04	60	0	60	Livre	FNC61

BFM81	Física da Matéria Condensada	INFIS	04	60	0	60	Livre	FNC61
OFM01	Física Computacional	INFIS	04	60	0	60	FNC33	MAT08
OFM03	Introdução à eletrônica	FEELT	04	30	30	60	FNC31	---
OFM05	Métodos e técnicas de pesquisa	INFIS	04	60	0	60	Livre	---
OFM07	Física Nuclear	INFIS	04	60	0	60	Livre	BFM71 e FNC55
OFM08	Laboratório de Física Moderna II	INFIS	04	0	60	60	Livre	FNC52
OFM18	Óptica Física	INFIS	04	60	0	60	Livre	FNC55
OFM19	Óptica Quântica	INFIS	04	60	0	60	Livre	BFM71 e FNC65
BFS20	Empreendedorismo	FAGEN	04	60	0	60	Livre	---
FNC53	Mecânica Clássica II	INFIS	04	60	0	60	Livre	FNC44
HLP16	Didática Geral	FACED	04	60	0	60	Livre	---
GFC020	Metodologia de Ensino de Física I	INFIS	04	30	30	60	Livre	---
GFC039	Evolução das Idéias da Física	INFIS	04	60	0	60	Livre	---
GFP050	Psicologia da Educação	IPUFU	04	60	0	60	Livre	---
BFS22	Libra I	FACED	04	30	30	60	Livre	---
BFS22	Libra II	FACED	04	30	30	60	Livre	---

Legenda:

FMD – Disciplinas obrigatórias e específicas do Curso de Bacharelado em Física Médica.

SMF – Disciplinas optativas criadas especificamente para o Curso de Bacharelado em Física Médica;

BFM – Disciplinas optativas para o Curso de Bacharelado em Física Médica que são obrigatórias para o Curso de Bacharelado em Física Materiais;

OFM – Disciplinas optativas para o Curso de Bacharelado em Física Médica que também são optativas para o Curso de Bacharelado em Física do Materiais;

GFC – Disciplinas optativas para o Curso de Bacharelado em Física Médica que são obrigatórias para o Curso de Licenciatura em Física;

BFS, HLP, GFC, GFP e BFS – Disciplinas optativas para o Curso de Bacharelado em Física Médica oferecidas por outra Unidade Acadêmica.

iii) Atividades Complementares

A regulamentação das atividades complementares se encontra no Anexo IV. Em resumo, a Tabela 4 mostra a pontuação por atividade. Para que o aluno complete esta etapa são exigidas no mínimo 80 horas de atividades comprovadas e aprovadas pelo colegiado do Curso de Bacharelado em Física Médica.

TABELA 4. Pontuação para as Atividades Complementares

Nome da Atividade	Pontuação (Horas)	Pontuação máxima (Horas)
Participação em Projeto Orientado de Pesquisa, Ensino e Extensão com ou sem Bolsa	40 por ano	40
Participação em Grupo de Estudo Orientado por Docente	20 por ano	20
Atividade de monitoria em disciplinas da graduação.	20 por semestre	40
Participação em Representação Estudantil nas Instâncias Acadêmicas	20 por semestre	20
Participação em Disciplina Facultativa	De acordo com a disciplina	30
Participação na Organização de Eventos relacionados ao Ensino, Pesquisa ou Extensão	10 por evento	20
Participação em estágio em ambiente acadêmico, Indústrias e Hospitais e/ou Clínicas particulares	A critério do Colegiado	30
Realização de trabalhos voltados à promoção do exercício da cidadania. (Sujeito à aprovação do colegiado)	A critério do Colegiado	30
Participação em Eventos Internacionais	40 por evento	40
Participação em Eventos Nacionais com Apresentação de Trabalho	20 por trabalho	40
Participação em Eventos Internos a Instituição com Apresentação de Trabalho	10 por trabalho	20
Publicação de artigos em períodos científicos com ISSN e conselho editorial.	40 por artigo	80
Publicação de artigos em periódicos de divulgação científica ou de caráter não acadêmico (jornais, revistas...).	5 por artigo	10
Desenvolvimento ou participação no desenvolvimento de material informacional (divulgação científica) ou didático (softwares, livros, CD-ROMs, vídeos, exposições, etc.)	10 por trabalho	20
Organização ou participação na organização de eventos científicos e/ou divulgação científica.	10 por evento	20
Participação, como ouvinte, em mini-cursos, cursos de extensão, oficinas, colóquios, palestras e outros	5 por evento	20
Produção ou participação na produção de objetos artísticos (vídeos, artes plásticas, curadoria, literatura, artes performáticas, música, etc.). (Sujeito à aprovação do Colegiado).	A critério do Colegiado	20
Participação em oficinas, cursos ou mini-cursos relacionados a manifestações artísticas e culturais.	A critério do Colegiado	20
Outras atividades de caráter artístico ou cultural. (Sujeito à aprovação do colegiado)	A critério do Colegiado	20
Participação em Visitas Técnicas a Centros de Ciência ou Tecnologia	10 por visita	20
Estágio extra-curricular realizado em período não letivo	A critério do Colegiado	20
Participação em oficinas, cursos ou mini-cursos relacionados ao aprendizado de técnicas úteis à profissão do Bacharel em Física de Médica	5 pontos por hora	20

iv) Trabalho de Conclusão de Curso

O estudante deverá realizar um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) sob a orientação ou supervisão de um professor responsável responsável ligado ao Curso de Bacharelado em Física Médica. A atividade escolhida, assim como o plano de trabalho a ser desenvolvido pelo estudante, deverão ser avaliados e aprovados pelo Colegiado de Curso e o seu desenvolvimento deverá ter acompanhamento do professor responsável.

Os resultados da atividade desenvolvida consistirão em uma monografia, que deverá ser defendida perante uma Banca Examinadora indicada pelo Colegiado de Curso, obedecendo as Normas constantes no Anexo V.

v) Estágio Supervisionado

O estágio supervisionado constitui atividade a ser desenvolvida em um hospital e / ou clínica médica com carga horária de 300 horas dentro das áreas de abrangências do curso, obedecendo as Normas constantes no Anexo IX. Terão, fundamentalmente, como objetivos:

- propiciar ao graduando a vivência de situações concretas e diversificadas, relacionadas a sua profissão;
- promover a articulação teórico-prática;
- favorecer o desenvolvimento da reflexão sobre o exercício profissional e seu papel social.

vi) ENADE

A lei nº 10.861, de 14 de abril de 2004, (DOU nº 72, 15/04/2004, seção 1, p.3-4) instituiu o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior – SINAES. Faz parte do SINAES o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE) que tem como objetivo aferir o rendimento dos alunos dos cursos de graduação em relação aos conteúdos programáticos, suas habilidades e competências. Em seu artigo 5º, essa legislação define que o ENADE é componente curricular obrigatória dos cursos de graduação, devendo ser inscrita no histórico escolar do estudante somente a sua situação regular com relação a essa obrigação, atestada pela sua efetiva participação ou, quando for o caso, dispensa oficial pelo Ministério da Educação, na forma estabelecida em regulamento.

5. Matriz curricular

Para garantir a permanente atualização do Projeto Pedagógico, provocando e estimulando a prática pedagógico-científica, a matriz curricular foi construída a partir de uma base mínima indispensável para a formação profissional, denominada de núcleo comum, organizada em disciplinas distribuídas ao longo dos dez (10) semestres do curso. A complementação necessária para a formação especializada em Física Médica compõe o núcleo de formação profissionalizante, formado por disciplinas que também estão

distribuídas ao longo de todo o curso. A integralização curricular prevê, ainda, a realização de atividades complementares, diversificando a formação do aluno.

Cada disciplina do currículo será oferecida uma única vez ao ano. Assim, as disciplinas dos períodos ímpares serão oferecidas apenas nos primeiros semestres, enquanto as disciplinas dos períodos pares serão oferecidas apenas nos segundos semestres letivos. Nos dois últimos períodos as disciplinas serão oferecidas igualmente devido ao fato de que o estágio supervisionado só poderá ser cumprido por, no máximo, 20 alunos de cada vez. Assim, no semestre em que uma turma estiver cumprindo o Estágio Supervisionado, a outra estará cursando as disciplinas do núcleo de formação profissionalizante. No semestre seguinte esta ordem é invertida.

A sequência das disciplinas sugerida para o Curso de Bacharelado em Física Médica será conforme apresentado na Tabela 5 e no fluxograma Anexo II. Atividades complementares foi incluído nos 6 e 8 períodos a título de visualização de carga horária. Entretanto, sua carga horária poderá ser cumprida ao longo de todo o curso. No Anexo I são apresentadas as fichas de disciplinas com suas respectivas bibliografias, pré-requisitos, co-requisitos e conteúdos, e no Anexo III os M.I.s das Unidades Acadêmicas que irão ministrar aulas no Curso de Bacharelado em Física Médica.

TABELA 5. Sequência das disciplinas sugerida para o Curso de Bacharelado em Física Médica

1º Período

Categoria	Nome da Disciplina	U.A.	C.H.S.	Carga Horária			Pré-requisito	Co-requisito
				Teórica	Prática	Total		
FNC11	Física Básica I	INFIS	06	90	0	90	Livre	---
FNC12	Laboratório de Física Básica I	INFIS	02	0	30	30	Livre	---
FMD13	Introdução à Física Médica	INFIS	01	15	0	15	Livre	---
MAT02	Cálculo Diferencial e Integral I	FAMAT	06	90	0	90	Livre	---
MAT03	Geometria Analítica	FAMAT	05	75	0	75	Livre	---
FMD14	Introdução à Química Geral	IQUFU	04	60	0	60	Livre	---
	Total		24			360		

2º Período

Categoria	Nome da Disciplina	U.A.	C.H.S.	Carga Horária			Pré-requisito	Co-requisito
				Teórica	Prática	Total		
FNC21	Física Básica II	INFIS	06	90	0	90	Livre	FNC11 e MAT02
FNC22	Laboratório de Física Básica II	INFIS	02	0	30	30	Livre	FNC11 e FNC12

FMD23	Físico-Química	IQUFU	04	60	0	60	Livre	---
FMD24	Laboratório de Físico-Química	IQUFU	02	0	30	30	Livre	---
MAT05	Cálculo Diferencial e Integral II	FAMAT	06	90	0	90	Livre	MAT02
MAT07	Álgebra Linear	FAMAT	03	45	0	45	Livre	---
	Total		23			345		

3º Período

Categoria	Nome da Disciplina	U.A.	C.H. S.	Carga Horária			Pré-requisito	Co-requisito
				Teórica	Prática	Total		
FNC31	Física Básica III	INFIS	06	90	0	90	Livre	FNC21 e MAT05
FNC32	Laboratório de Física Básica III	INFIS	02	0	30	30	Livre	FNC21 e FNC22
FNC33	Introdução à Computação	FACOM	04	60	0	60	Livre	---
MAT08	Cálculo Diferencial e Integral III	FAMAT	06	90	0	90	Livre	MAT05
FMD34	Introdução à Biologia Celular	ICBIM	04	40	20	60	Livre	---
	Total		22			330		

4º Período

Categoria	Nome da Disciplina	U.A.	C.H.S.	Carga Horária			Pré-requisito	Co-requisito
				Teórica	Prática	Total		
FNC41	Física Básica IV	INFIS	04	60	0	60	Livre	FNC31
FNC42	Laboratório de Física Básica IV	INFIS	02	0	30	30	Livre	FNC31 e FNC32
FNC43	Calculo Numérico	FAMAT	04	60	0	60	Livre	FNC33
FNC44	Mecânica Clássica I	INFIS	04	60	0	60	Livre	FNC31 e MAT08
FMD45	Anatomia Humana	ICBIM	04	30	30	60	Livre	---
FMD46	Biofísica	ICBIM	04	45	15	60	Livre	---
	Total		22			330		

5º Período

Categoria	Nome da Disciplina	U.A.	C.H.S.	Carga Horária			Pré-requisito	Co-requisito
				Teórica	Prática	Total		
FNC51	Física Moderna	INFIS	04	60	0	60	Livre	FNC41
FNC52	Laboratório de Física Moderna I	INFIS	04	0	60	60	Livre	FNC42
FNC55	Eletromagnetismo I	INFIS	04	60	0	60	Livre	FNC31 e MAT08
FMD54	Fisiologia	ICBIM	06	75	15	90	Livre	---
	Total		18			270		

6º Período

Categoria	Nome da Disciplina	U.A.	C.H.S.	Carga Horária			Pré-requisito	Co-requisito
				Teórica	Prática	Total		
FNC61	Mecânica Quântica I	INFIS	04	60	0	60	Livre	FNC51

FNC62	Termodinâmica	INFIS	04	60	0	60	Livre	FNC21 e MAT05
FNC65	Eletromagnetismo II	INFIS	04	60	0	60	Livre	FNC55
FMD64	Interação da Radiação com Matéria Biológica	INFIS	04	60	0	60	Livre	---
	Atividade Complementar	INFIS				40		
	Total		16			280		

7º Período

Categoria	Nome da Disciplina	U.A.	C.H.S.	Carga Horária			Pré-requisito	Co-requisito
				Teórica	Prática	Total		
FNC73	Mecânica Estatística	INFIS	04	60	0	60	Livre	FNC51
TCC1	Trabalho de Conclusão de Curso 1	INFIS	04	0	60	60	(*)	---
FMD73	Dosimetria e Proteção Radiológica	INFIS	04	60	0	60	Livre	---
	Disciplina I do núcleo de formação profissionalizante		04			60		
	Disciplina II do núcleo de formação profissionalizante		04			60		
	Total		20			300		

8º Período

Categoria	Nome da Disciplina	U.A.	C.H.S.	Carga Horária			Pré-requisito	Co-requisito
				Teórica	Prática	Total		
FMD81	Introdução à Espectroscopia	INFIS	04	60	0	60	Livre	FNC55 e FNC61
TCC2	Trabalho de Conclusão de Curso 2	INFIS	04	0	60	60	TCC1	---
FMD83	Ressonância Magnética Nuclear e Imagens	INFIS	04	60		60	Livre	---
	Disciplina III do núcleo de formação profissionalizante		04			60		
	Atividade Complementar					40		
	Total		16			280		

9º Período

Categoria	Nome da Disciplina	U.A.	C.H.S.	Carga Horária			Pré-requisito	Co-requisito
				Teórica	Prática	Total		
	Estágio Supervisionado – turma A		20	0	300	300		
	Disciplina IV do núcleo de formação profissionalizante		04			60		

	Disciplina V do núcleo de formação profissionalizante		04			60		
	Disciplina VI do núcleo de formação profissionalizante		04			60		
	Disciplina VII do núcleo de formação profissionalizante		04			60		
	Total		16(*)			240(*)		

10º Período

Categoria	Nome da Disciplina	U.A.	C.H.S.	Carga Horária			Pré-requisito	Co-requisito
				Teórica	Prática	Total		
	Estágio Supervisionado – turma B		20	0	300	300		
	Disciplina IV do núcleo de formação profissionalizante		04			60		
	Disciplina V do núcleo de formação profissionalizante		04			60		
	Disciplina VI do núcleo de formação profissionalizante		04			60		
	Disciplina VII do núcleo de formação profissionalizante		04			60		
	Total		16(*)			240(*)		

(*) Pré-requisito de cumprir no mínimo 1/3 da carga horária total (1012 horas) do curso.

Observação:

Total de horas das disciplinas obrigatórias: 1440 h

Total de horas das disciplinas específicas de Física Médica: 675 h

Total de horas do núcleo de formação profissionalizante: 420 h

Total de horas em atividade complementar: 80 h

Total de horas em Trabalho de Conclusão de Curso: 120 h

Total de horas em estágio supervisionado: 300 h

TOTAL GERAL: 3035 h

O total das 3035 horas em disciplinas constitui o mínimo necessário para a obtenção do título de Bacharel em Física Médica, considerando o seu caráter interdisciplinar.

6. Colegiado do Curso

As normas que regulamentarão o funcionamento do Curso de Bacharelado em Física Médica estão apresentadas na proposta de Regimento do Colegiado de Curso no Anexo VI.

7. Orientações metodológicas

Segundo David Ausubel, psicólogo da aprendizagem, o principal no processo de ensino é que a aprendizagem seja significativa, o que implica que o material a ser aprendido precisa fazer algum sentido para o aluno. Isto acontece quando a nova informação encontra apoio nos conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Para que ocorra aprendizagem significativa é preciso existir duas condições:

- i) o aluno precisa ter disposição para aprender;
- ii) o material a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, ser lógica e psicologicamente significativo.

A compreensão do papel do docente no curso tem por base a consideração de que o professor é um ser contextualizado, integrante de uma sociedade e, como tal, faz parte de uma instituição de ensino. Sendo estas instituições sociais constituídas de valores atribuídos pela sociedade que as produzem, o papel do professor sofrerá influências desta sociedade em determinada época.

Sendo, docente e discente, seres envolvidos num processo histórico, do qual participam tanto na sua interpretação como na sua produção, cabe ao docente o papel de incentivar, provocar e dinamizar o processo, criando situações problematizadoras e participando, juntamente com o discente, no caminho em busca de soluções.

O método tradicional de ensino de Física tem consistido predominantemente no chamado processo passivo, no qual o aluno é levado a aprender via comunicação, por meio de aulas expositivas, seminários, vídeos, etc.. Pouco, ou praticamente nada, tem sido utilizado do denominado método ativo, no qual o aluno é levado a aprender por descoberta, pensando, interpretando as informações e gerando idéias que sejam aplicáveis à situação proposta. Várias são as razões para esta predileção: a formação do professor, o formato das aulas, ou mesmo a natureza dos tópicos a serem trabalhados. Entretanto, espera-se que o professor que atue no Curso de Bacharelado em Física Médica da UFU esteja disposto a empreender, sempre que possível, a técnica do ensino ativo, buscando apresentar

problematizações que induzam o aluno a buscar respostas por si próprios e exercitar, assim, o fundamento básico da pesquisa. Um exemplo deste tipo de atividade é a apresentação de um problema real, associado ao conteúdo ministrado, a ser resolvido durante certo período do semestre letivo, ou qualquer outro tipo de problema desafiador, de natureza teórica ou aplicada, multidisciplinar ou não, que envolva o conteúdo trabalhado até aquele período de estudos. Sugere-se, ainda, que este tipo de atividade seja previamente programado, aprovada pelo Colegiado de Curso de Bacharelado em Física Médica e pontuada na nota final do aluno, para efeito do seu aproveitamento escolar.

Nas disciplinas de natureza formativa básica (Físicas Básicas e Cálculos, principalmente), recomenda-se que sejam mostrados e trabalhados os campos de aplicação, na Física, do conteúdo ministrado. Assim, simulações em computador deverão ser freqüentemente utilizadas para efeito de exemplificação do conteúdo. Espera-se que os professores das disciplinas de Matemática tenham conhecimento das necessidades da área para poderem empreender maior significado aos seus ensinamentos.

Sugere-se a utilização de referências a fatos novos, incorporação de resultados de pesquisas recentes ou eventuais mudanças de paradigmas nas aulas.

Sugere-se aos professores do curso que utilizem novas metodologias de ensino, assim como processos alternativos de avaliação.

Em todo o percurso de formação do estudante, espera-se que ocorra uma atuação docente coerente com este Projeto Pedagógico, devendo ser adotado como referência o ato de interrogar, (re)produzir e criar. Isto é, interrogar a realidade de modo crítico e permanente, (re)produzir o conhecimento de modo consciente de suas limitações, e orientar o aluno para a busca de soluções criativas para os problemas com os quais se defronta.

8. Avaliação da aprendizagem, do projeto pedagógico e do curso

Quanto ao processo de avaliação da aprendizagem é recomendado que o docente:

- utilize diferentes processos avaliativos, objetivando conjugar a avaliação formal com a avaliação contínua do aproveitamento do aluno.
- avalie conteúdos trabalhados, competências e habilidades adquiridas.
- avalie o raciocínio criativo na solução de problemas.
- avalie a compreensão das relações entre os diferentes tópicos do conhecimento.

Na avaliação do rendimento escolar do acadêmico deverá ser apurada a sua frequência às aulas e às atividades complementares.

A verificação da aprendizagem em cada disciplina será realizada através de instrumentos como provas orais, escritas e práticas, exercícios de aplicação, pesquisas, trabalhos práticos e outros previstos no respectivo SISTEMA de AVALIAÇÃO da disciplina, proposto pelo professor e aprovado pelo Colegiado de Curso, aos quais serão atribuídas notas.

No sistema de avaliação proposto pelo professor, deverão constar: tipo e quantidade de avaliações a serem realizadas, pontuação e períodos de realização de cada avaliação.

A aprovação em qualquer disciplina somente será concedida ao acadêmico que cumprir todas as normas acadêmicas da UFU.

Como a oferta de disciplinas para o Curso de Bacharelado em Física Médica seguirá o mesmo modelo dos Cursos de Bacharelado em Física de Materiais e de Licenciatura em Física da UFU, com o oferecimento de cada disciplina em semestres alternados, o estudante que não obtiver aproveitamento em uma disciplina, poderá cursá-la, no semestre seguinte em algum curso diurno ou noturno da UFU, de acordo com aprovação de sua solicitação pelo Coordenador do respectivo curso.

A institucionalização de processos de avaliação no ensino de graduação é uma das formas de viabilizar a melhoria de sua qualidade, constituindo-se em importante ferramenta para o planejamento da gestão universitária. Ela é, também, uma forma de assegurar prestação de contas à sociedade das atividades da IES, em face da sua inequívoca responsabilidade social.

Assim, o projeto pedagógico do Curso de Bacharelado em Física Médica deverá submeter-se a periódicas avaliações, sendo que os instrumentos de avaliação, seus parâmetros, critérios e padrões de referência, deverão ser objetos de discussão e definição, pelo Colegiado de Curso, o qual deverá assegurar uma natureza temporária, e não definitiva, aos indicadores do processo avaliativo, sujeitando-os à permanente revisão e aperfeiçoamento. No processo de estabelecimento do processo avaliativo, o Colegiado de Curso deverá adotar os seguintes princípios:

- buscar o reconhecimento, por todos os agentes, da legitimidade do processo avaliativo, seus princípios norteadores e seus critérios;
- não estabelecer caráter punitivo ao processo;

- buscar uma adesão voluntária ao processo avaliativo, buscando construir uma cultura de avaliação, de forma que o ato avaliativo se torne um exercício rotineiro na vida acadêmica;
- adotar metodologias e indicadores capazes de conferir significado às informações, para que o resultado do processo avaliativo seja fidedigno, de modo que se possa ser acolhido pela comunidade universitária como um dado relevante;
- imprimir uma periodicidade regular ao processo avaliativo, permitindo a comparação dos dados;
- buscar a participação coletiva ou o envolvimento direto de toda a comunidade acadêmica no processo avaliativo.
- Dentre os instrumentos avaliativos, deve-se considerar o acompanhamento do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE), o qual tem como objetivo aferir o rendimento dos alunos dos cursos de graduação em relação aos conteúdos programáticos, suas habilidades e competências e integra o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES). A proposta de acompanhamento centra nas seguintes direções: atender as solicitações de datas e inscrições dos alunos no ENADE, bem como atentar para os conteúdos programáticos adotados o exame. Este projeto em sua proposta curricular está em consonância às questões de conteúdo, habilidades e competências.

De forma concisa, no Anexo VII é apresentado os pontos que norteiam a avaliação da aprendizagem e no Anexo VIII os pontos que norteiam a avaliação do curso.

9. Infra-estrutura

A infra-estrutura necessária para a implantação e funcionamento do Curso de Bacharelado em Física Médica é dada por:

a) Pessoal

- Dois técnicos administrativos para compor a secretaria do Colegiado de Curso;
- Dois técnicos de nível superior para dar suporte técnico aos laboratórios específicos do Curso de Bacharelado em Física Médica;

- No mínimo doze professores com formação em Física Médica ou áreas afins;
- Seis professores com formação diversa para os cursos de Matemática, Química, Biologia, Medicina e Informática.

b) Espaço Físico

- Uma sala de 24 m² com duas mesas, 2 computadores, uma impressora, duas escrivaninhas com cadeiras e armários para a Coordenação de Curso;
- Doze salas de 12 m² com escrivaninhas, cadeiras e um computador/cada para os professores a serem contratados para o Curso de Bacharelado em Física Médica;
- Quatro salas de 24 m² para os laboratórios didáticos.

Os laboratórios didáticos necessários para atender o Curso de Bacharelado em Física Médica são:

1. Laboratório de processamento de imagens com 24 computadores e um servidor ligados em rede wireless para o desenvolvimento de softwares e processamento de imagens. Instalação elétrica, internet e bancadas apropriadas. Valor estimado R\$50.000,00.
2. Laboratório de proteção radiológica com proteção especial contra radiação ionizante (barita e porta de chumbo) contendo: um leitor termo luminescente, detectores de radiação, um Raios X, um revelador de raios X, um simulador de corpo humano, instalação elétrica, de água e gás e bancadas apropriadas. Valor estimado R\$400.000,00.
3. Laboratório de Biofísica contendo um fluorímetro, um UV-Vis, um RMN e um EPR de bancada, um DSC/TGA com IR, instalação elétrica, de água e gás e bancadas apropriadas. Valor estimado R\$ 500.000,00.
4. Laboratório de interação da radiação com material biológico contendo um laser de Nd-YAG, um laser de Ar, fontes de radiação de ultra violeta e infra-vermelha, ultra-som e fontes de radio-frequencia. Valor estimado R\$400.000,00.

A infra-estrutura dos laboratórios didáticos das disciplinas básicas será utilizada juntamente com o Curso de Bacharelado em Física de Materiais, bem como o laboratório de Física Moderna. Para a sua expansão é estimada R\$150.000,00.

c) Acervo Bibliográfico

Os livros didáticos referentes às disciplinas dos quatro primeiros períodos são as mesmas já utilizadas no Curso de Bacharelado em Física de Materiais. Um aumento do número de volumes destes livros se fará necessário devido ao aumento do número de alunos matriculados nos Cursos de Física do INFIS/UFU, que passará de 60 alunos/ano para 130 alunos/ano. Os exemplares dos livros relacionados nas disciplinas profissionalizantes do Curso de Bacharelado em Física Médica serão solicitados pelos professores especialistas que comporão o corpo docente do curso ao longo dos dois primeiros anos de seu funcionamento. A seguir apresentamos uma relação prévia dos livros que deverão ser adquiridos pela Biblioteca da UFU como bibliografia básica para o Núcleo de Disciplinas Profissionalizantes do Curso de Bacharelado em Física Médica.

Relação dos livros a serem adquiridos:

1. ALLEN, L.; EBERLY, J. H. *Optical Resonance and Two-Level Atoms*. New York: Wiley, 1975.
2. ANTONIETA R. *Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos*. Rio de Janeiro: Instituto de Radioproteção e Dosimetria, Comissão Nacional de Energia Nuclear, 1999
3. ASHBY, N.; MILLER, S.C. *Principles of Modern Physics*. São Francisco: Holden-day, 1970. Inc.
4. BARRET, H.H.; SWINDELL, W. *Radiological Imaging*, vol. II, Academic Press, 1981.
5. COHEN-TANOUDJI, C.; DUPONT-ROC, J.; GRYNBERG, G. *Photons et Atomes: Procesus d'interaction*. Paris: Inter Editions/Editions du CNRS, 1988.
6. FERNANDES, J. L.; VIANA, S. L. *Diagnóstico por imagem em reumatologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.
7. HAROLD ELFORD JOHNS – *The Physics of Radiology*. Charles C Thomas. Publisher . U.S.A.
8. JAIN, A.K. *Fundamentals of Digital Image Processing*. New York: Prentice-Hall International, 1989.
9. KHAN, FAIZ M. *The Physics of Radiation Therapy*. Baltimore, Maryland-USA: Williams & Wilkins. 1994.
10. NUSSENZVEIG, H. M. *Introduction to Quantum Optics*. New York: Gordon and Breach, 1973.
11. SALVAJOLI, JOÃO VICTOR.; SOUHAMI, LUIZ.; FARIA, SERGIO LUIZ. *Radioterapia em Oncologia*. Rio de Janeiro: MDSI Editora Médica e Científica Ltda., 1999.
12. SARGENT III, M.; SCULLY, M. O.; LAMB JR., W. E. *Laser Physics*. Massachussets: Addison Wesley, 1974.

13. SCULLY, M. O.; ZUBAIRY, M. S. *Quantum Optics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.
14. TAUHATA, LUIZ.; SALATI, IVAN P. A.; DI PINZIO, RENATO.; DI PRINZIO, THOMAZ BITELLI. *Dosimetria e Higiene das Radiações*. São Paulo: Editora de Grêmio Politécnico, 1982.
15. THRALL, JAMES H.; ZIESSMAN, HARVEY A. *Medicina Nuclear*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
16. LOPES, A. C. *Tratado de Clínica Médica*. 2 ed. São Paulo: Roca, 2008.
17. WALLS, D. F.; MILBURN, G. J. *Quantum Optics*. Berlin: Springer, 1994.
18. WHER, M. RUSSEL.; RICHARD JR, JAMES A. *Física do Átomo*. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico. 1965.

10. Referencias Bibliográficas

1. 100 anos de Física no Brasil. GOLDEMBERG, José. Rio de Janeiro: CBPF, 1973. (Série Ciência e Sociedade)
2. A Física no Brasil Cf. COSTA RIBEIRO, Joaquim da.. In: AZEVEDO, Fernando de. (Org.). História das Ciências no Brasil. São Paulo: Melhoramentos, 1955. P 163-202.
3. A Cultura Brasileira .Fernando de Azevedo Ed. Melhoramentos - 1971.
4. Ciência e Libertação. J. Leite Lopes Ed. Paz e Terra 1969.
5. O Desenvolvimento da Física em São Paulo. Abrahão de Moraes e Paulo Saraiva de Toledo. O Estado de São Paulo 25 de janeiro de 1954.
6. A Física Nuclear no Brasil - Os primeiros 20 anos. J. Leite Lopes e A. Marques em Homem, Ciência e Tecnologia Paz e Terra, nº. 8, 1969, Rio de Janeiro.
7. Por que Ciência Pura no Brasil? J.Goldemberg Ciência e Cultura, vol. II, nº. 4, 1959.
8. A Situação da Física Experimental no Brasil. J. Goldemberg Ciência e Cultura, vol. 12, nº.1, 1960
9. 21 anos de Trabalhos Científicos. Alfredo Marques em Ciência de Sociedade publicação do C.B.P.F. vol.2, nº.1, 1973.