



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS**  
**Colegiado do Curso de Graduação em Física**

# **PROJETO PEDAGÓGICO**

# **CURSO DE FÍSICA**

**Versão Curricular 2019-1**

**Aprovada pela Câmara de Graduação em 13 novembro de 2018**

## **Colegiado de Física**

- Coordenador: José Guilherme Moreira
- Subcoordenadora: Ariete Righi (até abril/2017) – Maria Cristina Rabello Soares

### **Representação do Departamento de Física**

- Ângelo Malachias de Souza / Luiz Alberto Cury (até out/2017)
- Ariete Righi / Elmo Salomão Alves (a partir de nov/2017)
- Lucas Álvares da Silva Mol / Cristiano Fantini Leite
- Myriano Henriques de Oliveira Júnior / Leonardo Cristiano Campos

### **Representação do Departamento de Matemática**

- Fernando Figueiredo Oliveira Filho / Jussara de Loiola Araújo (até abr/2018)

### **Representação da Faculdade de Educação**

- Orlando G. de Aguiar Júnior / Luis Gustavo D'Carlos Barbosa (até maio/2017)
- Luis Gustavo D'Carlos Barbosa / Silvania Sousa do Nascimento

### **Representação discente**

- Luiz Henrique Silva Miranda (até fevereiro/2017)
- Aroldo Ribeiro Lopes Neto / André Nascimento Alcântara Pereira (até julho/2017)
- Daniel Corrêa Pereira / Taís Bastani Ribeiro
- Vitor Almeida Santos / Álvaro Antônio Alves Louzi

## **Núcleo Docente Estruturante (NDE)**

- José Guilherme Moreira
- Ana Maria de Paula
- Cristiano Fantini Leite
- Nivaldo Lúcio Speziali
- Sebastião José Nascimento de Pádua

# **ÍNDICE**

## **1. FUNDAMENTOS CONCEITUAIS**

**O QUE É FÍSICA?**

**HISTÓRICO DO CURSO**

**CONDIÇÕES DE OFERTA DO CURSO**

**PERFIL PROFISSIONAL DO GRADUADO**

## **2. PROPOSTA PEDAGÓGICA**

**COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DESEJADAS**

**CONHECIMENTOS NECESSÁRIOS PARA A FORMAÇÃO DO ALUNO**

## **3. ESTRUTURA CURRICULAR**

**NÚCLEO COMUM**

**BACHARELADO**

**LICENCIATURA**

## **4. MATRIZES CURRICULARES**

**BACHARELADO**

**LICENCIATURA DIURNO**

**LICENCIATURA NOTURNO**

## **5. COORDENAÇÃO DIDÁTICA DO CURSO**

## **6. INFRA-ESTRUTURA**

**ANEXOS**

**A – EMENTAS DAS DISCIPLINAS**

**B – ATIVIDADES ACADÊMICO-CIENTÍFICO-CULTURAIS**

**C – RESOLUÇÕES DO COLEGIADO**

# **1. FUNDAMENTOS CONCEITUAIS**

## **O QUE É FÍSICA?**

A Física é o campo da ciência que investiga os fenômenos e as estruturas mais fundamentais da natureza, procurando sua compreensão e descrição em termos de leis, as mais gerais possíveis. Com essas leis, a Física estuda desde partículas subatômicas e sua estruturação em átomos e moléculas, até fenômenos que envolvem grandes aglomerados destes, como cristais, metais, polímeros, materiais amorfos, semicondutores e supercondutores. Em uma escala maior essas leis são usadas para o estudo da Terra e dos fenômenos que ocorrem em sua superfície, sua atmosfera e no seu interior. Aumentando mais ainda a escala, essas mesmas leis permitem uma descrição do Sistema Solar, das estrelas e das galáxias, bem como do Universo como um todo, além de levar à criação de modelos para a sua evolução.

No processo de compreensão da natureza, as investigações físicas têm possibilitado o domínio de fenômenos naturais, bem como a criação de materiais e sistemas artificiais que têm contribuído decisivamente para o avanço de outros campos da ciência e para o progresso tecnológico da humanidade.

## **HISTÓRICO DO CURSO<sup>1</sup>**

O Curso de Física originou-se na antiga Faculdade de Filosofia de Minas Gerais, escola particular fundada em 1939 por um grupo de professores e profissionais liberais de Belo Horizonte cujo desejo era ampliar as acanhadas opções de estudos universitários que existiam, então, na capital mineira. Por se tratar de iniciativa particular sem nenhum apoio governamental ou social (ao contrário do que ocorreu em São Paulo quando foi criada sua Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, em 1935), os primeiros dez anos da Faculdade de Filosofia foram muito difíceis. Praticamente todos os seus professores eram autodidatas nas matérias que ensinavam, os recursos financeiros e materiais eram muito escassos, a demanda pelos cursos era muito pequena, pois eram completamente estranhos à nossa tradição universitária: cursos de ciências exatas e biológicas, geografia e ciências humanas, filosofia e línguas. Basta dizer que de 1939 a 1952 apenas três pessoas formaram-se em Física! Não havia tampouco instalações adequadas: desde a fundação até 1946 a Faculdade funcionou no antigo Colégio Marconi; de 1947 a 1952 no Instituto de Educação; de 1953 a 1959 em dois andares no edifício Acaiaca. Somente em 1960 a Faculdade instalou-se em prédio próprio, na rua Carangola, hoje pertencente à Prefeitura de Belo Horizonte.

Todos os professores trabalhavam em tempo parcial (o tempo integral só foi instituído nas universidades federais em 1965); a biblioteca possuía acervo muito deficiente em qualidade e quantidade e não assinavam revistas científicas. Não existiam laboratórios para o ensino das ciências experimentais; alguns professores de Química e de Física que lecionavam também na Escola de Engenharia às vezes levavam alguns alunos da Faculdade para assistirem aulas práticas naquela Escola. O ensino da Física experimental na Faculdade começou apenas em 1953, quando foi montado um pequeno laboratório didático, com equipamento muito modesto.

O curso constava exclusivamente de disciplinas de Física e de Matemática durante três anos, ao final dos quais o aluno recebia o diploma de bacharel em Física; se este pretendesse ser professor na escola secundária, deveria realizar estudos pedagógicos durante mais um ano, findo o qual recebia o diploma de licenciado em Física. O currículo, que obedecia a um padrão único para todo o Brasil, era muito restrito, com ênfase exagerada na Física tradicional, em detrimento da Física moderna. Devido às limitações acima apontadas, o ensino era quase exclusivamente verbal; poucos

---

<sup>1</sup> A parte inicial deste Histórico, até 1994, se baseia em texto escrito pelo Prof. Márcio Quintão Moreno.

professores adotavam um livro em suas disciplinas e quando isso acontecia tratava-se, em geral, de livro em francês, inglês ou italiano, pois não havia obras em português para os cursos de ciências exatas; a aprendizagem limitava-se, na maioria das disciplinas, a ler textos preparados pelos professores que tomavam esse trabalho (as famosas “apostilhas”, quase sempre deficientes em qualidade e apresentação); a resolução de problemas, tão importante na assimilação da Física, era prática quase desconhecida.

Só a partir do início da década de 1960 essa situação iria alterar-se para melhor, devido a mudanças ocorridas na Faculdade de Filosofia e que permitiram a seus cursos modernizar-se em vários aspectos; isso foi favorecido pela transferência da Faculdade para seu prédio próprio, onde passaram a existir gradativamente laboratórios de ensino para as diversas ciências experimentais.

Em 1968, devido à reforma universitária realizada nesse ano, os cursos de Física, Química e Matemática destacaram-se da Faculdade de Filosofia (que a partir de 1947 fora incorporada à Universidade de Minas Gerais) e passaram a integrar o novo Instituto de Ciências Exatas. A partir dessa época, o curso passou por diversas transformações que ampliaram seu currículo e o tornaram mais flexível e moderno.

De 1972 em diante, o bacharelado e a licenciatura tornaram-se cursos independentes, embora constituídos de várias disciplinas comuns e ambos com quatro anos de duração. Os 50 alunos ingressantes anualmente cursavam o ciclo básico nos 2 primeiros anos, onde tinham a formação básica em Matemática, Física e Química, comum aos cursos das áreas das Ciências Exatas e Engenharias. Depois disso, eles optavam entre as duas modalidades: bacharelado ou licenciatura. No bacharelado o estudante se aprofundava nos conhecimentos de Física e recebia uma formação voltada para a carreira científica, com grande enfoque na preparação para a Pós-graduação em Física, em especial a da UFMG. Na licenciatura, além de o aluno ter que cursar mais algumas disciplinas de Física, ele cursava as disciplinas pedagógicas e a Prática de Ensino, que incluía um pequeno estágio. Ele também tinha que cursar 16 créditos de disciplinas optativas que se resumiam às disciplinas do bacharelado. Se por um lado esse fato fazia com que o estudante saísse com uma forte formação no conteúdo, por outro desestimulou muitos estudantes a fazer a licenciatura que tinha um nível de complexidade quase igual ao do bacharelado. Isso fez com que quase sempre houvesse menos concluintes nesta modalidade do que no bacharelado e, no início da década de 90, esse número chegou a menos de 20% dos ingressantes.

Devido a esse fator e a outros – em especial a demanda por professores de Física no Ensino Médio –, a partir de 1994 a licenciatura passou a ser ofertada apenas no horário noturno, e o bacharelado apenas no diurno, com 30 vagas anuais em cada. O currículo da licenciatura foi bastante reformulado, com o intuito de se fazer uma formação específica para docente de Física para o Ensino Médio. Assim, as disciplinas pedagógicas e de prática de ensino não foram colocadas somente no final do curso, aumentando o leque de optativas ofertadas especificamente para a licenciatura. Essa mudança curricular, junto com a introdução do curso noturno exclusivamente nessa modalidade, fez com que se formassem mais alunos na licenciatura em Física de 1997 até 2006 (mais de 330 licenciados) do que nos 28 anos anteriores (de 1969 a 1997, somente 292).

Em 1998, o bacharelado e a licenciatura foram reformulados pensando-se na Flexibilização Curricular, que estava em implementação na UFMG, e nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o curso de Física que estavam em discussão. A Flexibilização implantada na época pela UFMG permitia que fossem incluídos nos currículos outras atividades além das disciplinas tradicionais, tais como monitorias, iniciação científica, monografias, estágios etc.. Por outro lado, as Diretrizes já sinalizavam com uma carga horária mínima de 2400 h, acima das 2145 h do bacharelado e 2115 h da licenciatura da época. Juntando esses dois fatos, foi feita uma reforma que, além de revisar e

atualizar os conteúdos abordados, permitiu aos estudantes desenvolverem essas outras atividades, implicando em um aumento na carga horária do curso, sem provocar grandes alterações na sua estrutura. Essa mudança veio oficializar um fato que já ocorria desde a década de 70: a maioria dos estudantes do bacharelado se envolvia em atividades acadêmico-científicas-culturais durante o curso.

Em 2002, o Conselho Nacional de Educação (CNE), através da Resolução N<sup>o</sup> 1, de 18 de fevereiro, instituiu novas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de licenciatura e, logo a seguir, com a Resolução N<sup>o</sup> 2, de 19 de fevereiro, estipulou a duração e a carga horária em 2800 h assim distribuídas:

- I - 400 horas de prática como componente curricular, vivenciadas ao longo do curso;
- II - 400 horas de estágio curricular supervisionado, a partir do início da segunda metade do curso;
- III - 1800 horas de aulas para os conteúdos curriculares de natureza científico-cultural;
- IV - 200 horas para outras formas de atividades acadêmico-científico-culturais.

Essas resoluções provocaram, em 2006, outra reformulação curricular na qual foram revistos os conteúdos, tanto da licenciatura quanto do bacharelado, e reformuladas as atividades relacionadas com a prática de ensino e de estágio curricular da licenciatura, que passaram a ter a carga de 400 h cada uma.

Com o REUNI – Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais, instituído pelo Governo Federal em 2007 –, a partir de 2011 o número de vagas ofertadas para o curso de Física passou a ser de 80 no diurno, com 40 alunos por semestre, que podem escolher entre bacharelado e licenciatura, e no noturno foram mantidas as 40 vagas anuais exclusivas para a licenciatura.

As resoluções do CNE de 2002 foram revistas por esse conselho em 2015 – Resolução N<sup>o</sup> 2, de 1 de julho – e, entre outras determinações, estipulou-se uma carga horária dos cursos de licenciatura de 3200 h, com um aumento de 400 h na carga de conteúdos curriculares e a definição de uma série de temas que deveriam ser abordados nos cursos de formação de professores. O presente Projeto Pedagógico foi elaborado para atender as determinações dessa Resolução, cujo prazo para entrar em vigor é de 1 de julho de 2018 (alterada pela Resolução CNE/CP n<sup>o</sup> 1, de 9 de agosto de 2017).

## **CONDIÇÕES DE OFERTA DO CURSO**

No processo seletivo da UFMG, o curso de Física oferta 80 vagas no diurno, com 40 alunos entrando no 1<sup>o</sup> semestre e os outros 40 no 2<sup>o</sup>, e 40 vagas no noturno, com entrada no 1<sup>o</sup> semestre. Os alunos do diurno podem escolher entre as modalidades de bacharelado e licenciatura – a definição pode ser feita a partir do 2<sup>o</sup> semestre –, mas no noturno só é ofertada a licenciatura.

Nos quatro primeiros semestres, as duas modalidades compartilham a oferta de atividades acadêmicas as quais integram o Núcleo Comum, em consonância com as Diretrizes Curriculares para os Cursos de Física que estabelecem a existência desse Núcleo para todas as modalidades em Física. Nos dois turnos, quase todas essas disciplinas também fazem parte da estrutura curricular de cursos da área de Exatas e Engenharias, assim costumam ser ofertadas todo semestre, com várias opções de horários, o que facilita o fluxo dos alunos pelo curso.

A partir do 5<sup>o</sup> período, a situação é bem diferente, já que quase todas as disciplinas são exclusivas para o curso de Física e a oferta é limitada. No diurno, todas as disciplinas obrigatórias (OB) para o bacharelado são ofertadas todos os semestres e o horário é montado de forma que disciplinas OB de dois semestres consecutivos só se sobreponham se uma for pré-requisito da outra.

As disciplinas optativas (OP) são ofertadas uma vez por ano, sendo que algumas só são ofertadas no 1º semestre e outras, só no 2º – essa oferta é divulgada entre os alunos que, assim, podem fazer seus planos de estudos conhecendo essas restrições.

Para os alunos de licenciatura, ou seja, todos os alunos do noturno e aqueles do diurno que optam por essa modalidade (~25%), a oferta das disciplinas OB é feita de forma intercalada: num semestre no diurno e no próximo, no noturno.

## **PERFIL PROFISSIONAL DO GRADUADO**

O físico, em qualquer das modalidades, percursos ou formações, deve ser um profissional que tenha conhecimentos sólidos e atualizados em Física e, então, seja capaz de abordar e tratar problemas novos e tradicionais. Ele deve, também, estar sempre preocupado em buscar novas formas do saber e do fazer científico e/ou tecnológico. Em todas as suas atividades, a atitude de investigação e de observação deve estar sempre presente, embora associada a diferentes formas e objetivos de trabalho.

O bacharel destina-se preferencialmente à pesquisa, básica ou aplicada, em universidades e centros de pesquisa. Pode também dedicar-se ao desenvolvimento de equipamentos e processos em diversas áreas aplicadas – telecomunicações, acústica, termodinâmica de motores, metrologia, ciência dos materiais, microeletrônica e informática. Pode ainda utilizar o instrumental (teórico e/ou experimental) da Física em conexão com outras áreas do saber, como, por exemplo, Física Médica, Oceanografia, Meteorologia, Geofísica, Biofísica, Química, Ciência Ambiental, Comunicação, Economia, Administração e incontáveis outros campos.

O Licenciado dedica-se preferencialmente à formação e à disseminação do saber científico em diferentes instâncias sociais, principalmente através da atuação no ensino escolar formal, em especial no Ensino Médio.

## **2. PROPOSTA PEDAGÓGICA**

### **COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DESEJADAS**

As competências e habilidades desejadas nos egressos do bacharelado do curso de Física estão muito bem detalhadas no Parecer CNE/CES 1.304/2001 que estabelece as Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Física. Por outro lado, o Parecer CNE/CP 2/2015, que estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial e Continuada dos Profissionais do Magistério da Educação Básica, descreve a série de competências desejadas para os licenciados.

Resumindo esses pareceres, pode-se dizer que o Bacharelado deve preparar o estudante para ingressar em cursos de pós-graduação em Física ou áreas afins (astrofísica, biofísica, engenharias, geofísica, etc.) ou para trabalhar na indústria, em hospitais, em instituições de pesquisa, etc. Ao final do curso o bacharel em Física deverá estar apto a:

- elaborar e desenvolver projetos de estudo/pesquisa;
- redigir textos científicos/técnicos para divulgação;
- apresentar seminários/palestras.

A Licenciatura deve desenvolver no estudante competências e habilidades adequadas ao exercício do magistério no Ensino Básico. O Licenciado deve estar apto a:

- ministrar aulas/palestras;
- redigir textos didáticos;
- organizar e apresentar demonstrações experimentais;
- orientar trabalhos e projetos;
- acompanhar o desenvolvimento de seus alunos
- elaborar avaliações.

### **CONHECIMENTOS NECESSÁRIOS PARA A FORMAÇÃO DO ALUNO**

Independentemente da modalidade, o graduado em Física – bacharel ou licenciado – deverá ter conhecimentos de:

- Matemática: cálculo diferencial e integral, geometria analítica, álgebra linear e equações diferenciais;
- Informática: utilização de computadores e, pelo menos, uma linguagem de programação;
- Física Clássica e Contemporânea: princípios de Mecânica, Termodinâmica, Eletromagnetismo, Ótica, Teoria da Relatividade e Física Quântica;
- Métodos Experimentais em Física: familiaridade com as principais técnicas experimentais e de observação, com métodos de simulação e com a apresentação e análise de dados.

Esses quatro itens reúnem os conteúdos curriculares que constituem o pilar básico de formação de um físico e devem garantir que ele aprenda o método de investigação científica – parte inerente e fundamental do procedimento de um pesquisador quando se depara com um problema não totalmente compreendido. É também necessário que o estudante tome conhecimento de como tem sido a evolução das ideias da Ciência, e em particular, da Física.

Além dessa formação básica comum, o licenciado também terá que ter uma formação pedagógica e conhecer as principais metodologias do ensino de Física. Já o bacharel terá que se aprofundar nos conteúdos de Física e nos métodos matemáticos utilizados nesse aprofundamento.

O aprofundamento em alguns desses conteúdos ou sua diversificação dependerá das opções feitas pelo estudante, através das disciplinas optativas, das atividades de formação geral e das



atividades complementares, tais como iniciações científica e pedagógica, estágio, monografia, entre outras.

### **03. ESTRUTURA CURRICULAR**

As estruturas curriculares propostas para as duas modalidades do curso de Física – bacharelado e licenciatura – têm um núcleo comum composto por uma série de disciplinas/atividades comuns obrigatórias para essas duas modalidades.

Após o núcleo comum, os bacharelados devem cursar uma série de disciplinas em que se aprofundam no conhecimento físico – todas essas disciplinas são optativas para os licenciandos. Já estes, além de cursarem disciplinas específicas da área pedagógica – exclusivas para essa modalidade –, devem se aprofundar em temas relacionadas com o Ensino de Física no nível básico – grande parte destas disciplinas são optativas para os bacharelados.

#### **NÚCLEO COMUM**

O Núcleo Comum do curso de Física corresponde a um conjunto de disciplinas obrigatórias consideradas essenciais para a formação do graduado em Física, tanto bacharel quanto licenciado. Nesse núcleo comum é realizada a fundamentação matemática (330 h), computacional (120 h) e física (720 h), além de se apresentar temas de formação geral – como, a evolução das ideias ao longo da história (60 h) e a profissão de físico e sua relação com a sociedade (30 h). A fundamentação em Física, tanto teórica (420 h), quanto experimental (300 h), aborda os tópicos de Mecânica, Termodinâmica, Eletromagnetismo, Ondas e Ótica, Relatividade e Física Quântica.

Esse núcleo perfaz 1260 h, o que corresponde a 52,5% da carga horária do bacharelado e a 38,7% da licenciatura. Dessa forma, no diurno, os quatro primeiros períodos do curso são bem similares nas duas modalidades – a única diferença é que os licenciandos já devem cursar algumas disciplinas específicas relacionadas com a formação pedagógica. No 5º e no 6º período ainda há duas disciplinas do núcleo comum em cada período e no 7º, apenas uma disciplina.

Além dessas disciplinas em comum, as duas modalidades também têm em comum o fato de todas as outras disciplinas obrigatórias do percurso do Bacharelado padrão serem optativas para a Licenciatura, o que faz com que os dois currículos tenham uma semelhança bem acima de 50%, como preconizado pelas Diretrizes Curriculares para os cursos de Física.

A seguir descreveremos a estrutura curricular do Bacharelado, que oferece um leque amplo de escolhas de enfoques, e, depois, da Licenciatura – diurna e noturna. Essas duas estruturas serão detalhadas na próxima seção que apresenta as várias matrizes curriculares ofertadas no curso de Física e as disciplinas que constituem este núcleo comum aparecerão em destaque.

## BACHARELADO

O bacharelado em Física é ofertado somente no diurno e tem uma carga horária total de 2400 h. Além do Núcleo Comum, o estudante deverá aprofundar sua fundamentação em matemática – mais 120 h – e em Física teórica – mais 300 h de disciplinas obrigatórias (ver Tabela 4.1). Esse aprofundamento aborda os quatro tópicos fundamentais da Física – Mecânica, Termodinâmica, Eletromagnetismo e Física Quântica – que já foram estudados em disciplinas do Núcleo Comum e são revistos em um nível mais avançado, tanto do ponto de vista físico como matemático. Dessa forma, o grupo de disciplinas obrigatórias, incluindo as do Núcleo Comum, perfaz um total de 1680 h, que significa 70% do curso. Com os 30% restantes, o aluno pode dar o perfil que desejar a seu curso.

O aluno que optar pelo bacharelado padrão precisará cursar um mínimo de 240 h/16 créditos de disciplinas optativas que abordam conteúdos de Física listadas na Tabela 4.2 (grupo G1). Além dessas optativas, que já têm a ementa pré-estabelecida pelo Colegiado, a cada semestre, os professores podem propor a oferta de uma disciplina que aborde um tópico que não é englobado por essas disciplinas, p. ex., cosmologia, microscopia ou hidrodinâmica. O Tópico proposto é avaliado pelo Colegiado e, se aprovado, oferecido no semestre seguinte com uma denominação de acordo com o assunto abordado: Tópico em Astrofísica, Tópico em Física dos Materiais, Tópico em Física Teórica ou Tópico Geral em Física. Esses Tópicos podem ser de 2, 3 ou 4 créditos.

Nesta modalidade, todas as disciplinas obrigatórias são presenciais, no entanto, algumas disciplinas básicas ofertam turmas à distância, com avaliação presencial, para alunos que já cursaram a disciplina em turma presencial e não foram aprovados:

- Geometria Analítica e Álgebra Linear;
- Cálculo Diferencial e Integral I;
- Cálculo Diferencial e Integral II;
- Cálculo Diferencial e Integral III;
- Equações Diferenciais A;
- Fundamentos de Mecânica;
- Fundamentos de Mecânica dos Fluidos e Termodinâmica;
- Fundamentos de Eletromagnetismo.

Entre as disciplinas optativas, somente a disciplina Fundamentos de Libras é ofertada a distância.

Pelas Normas da Graduação da UFMG, o aluno precisará cursar também 60 h/4 créditos de Formação Geral que compreendem disciplinas não previstas na estrutura curricular do curso.

Em toda formação, além das disciplinas, o estudante também deverá realizar um mínimo de 8 créditos, o que corresponde a uma disciplina de 120 h, de atividades complementares (grupo G4) – exemplos dessas atividades são iniciação científica, monografia, estudo orientado, participação em eventos, publicação de artigos ou vivência profissional. Cada tipo de atividade tem sua forma de atribuição de créditos e limites como detalhado no anexo B. No total, o aluno poderá completar até 24 créditos nessas atividades, que corresponde a 360 h.

Resumindo, a estrutura curricular do percurso Bacharelado – Formação Geral prevê 1680 h de disciplinas obrigatórias, mais 240 h de optativas que abordam conteúdos de Física, mais 120 h de atividades complementares e mais 60 h de Formação Geral – isso perfaz um total de 2100 h, ou seja, para atingir as 2400 h previstas, há mais 300 h que o aluno pode escolher entre disciplinas que abordam conteúdos de Física, ou mais atividades acadêmicas (até o limite de 360 h), ou disciplinas de Formação Geral (até o limite de 180 h), ou disciplinas de Formação Avançada (até o limite de 240 h), ou disciplinas optativas de caráter geral listadas na Tabela 4.3 (grupo G9).

A Formação Avançada é composta por disciplinas ofertadas pelo Programa de Pós-graduação em Física (grupo 26 G8), até o limite de 16 créditos. Neste caso, somente alunos que estejam no final do curso e que tenham bom rendimento acadêmico poderão cursá-las, segundo critérios definidos pelo Colegiado de Graduação, em acordo com o Colegiado da Pós-Graduação em Física – Resolução 01/2018 no anexo C.

No grupo de optativas gerais, os professores também podem propor a oferta de uma disciplina que aborde um tópico que não é englobado pelas disciplinas de caráter geral pré-estabelecidas. O “Tópico Especial” proposto é avaliado pelo Colegiado e, se aprovado, oferecido no semestre seguinte. Os Tópicos em Ensino de Física, descritos para a Licenciatura, também fazem parte deste grupo.

**Tabela 3.1 – Resumo das atividades obrigatórias e optativas da formação padrão do Bacharelado.**

|   |                              |
|---|------------------------------|
| NUCLEO COMUM (Grupo 1)  | 1260 h = 84 cr               |
| OBRIGATÓRIAS DO BACHARELADO (Grupo 1)                                       | 420 h = 28 cr                |
| <b>TOTAL DE OBRIGATÓRIAS (Grupo 1)</b>                                      | <b>1680 h = 112 cr (70%)</b> |
| G1 – Optativas de Física (Grupo 5)  | Min = 16 cr; Max = 36 cr     |
| G3 – AAC (Atividades Acadêmicas) (Grupo 9)                                  | Min = 8 cr; Max = 24 cr      |
| G8 – Formação Avançada em Física (Grupo 26)                                 | Min = 0 cr; Max = 16 cr      |
| G9 – Optativas Gerais (Grupo 7)   | Min = 0 cr; Max = 20 cr      |
| <b>TOTAL DE OPTATIVAS (G1 + G3 + G8 + G9)<br/>(Grupo 27) = G5+G9+G26+G7</b> | <b>660 h = 44 cr</b>         |
| Núcleo Geral (Grupo 37)   | Min = 4 cr; Max = 4 cr       |
| <b>TOTAL</b>  | <b>2400 h = 160 cr</b>       |

Com o intuito de dar ao aluno um melhor direcionamento, são propostos alguns enfoques, ou seja, subconjuntos de disciplinas optativas que dão uma formação mais dirigida para determinada área: Astrofísica, Física dos Materiais, Física Teórica, Física Experimental e Física Computacional. As disciplinas indicadas para esses enfoques estão sinalizadas nas tabelas 4.2 e 4.3. Esses enfoques são só indicações, o aluno não precisa cursar todas as disciplinas de um grupo e pode, inclusive, fazer uma miscelânea, mas ao seguir um – ou mais de um – desses enfoques ele terá uma formação mais consistente. Em todos esses enfoques, é recomendado que o estudante faça a atividade acadêmica, cujo mínimo é de 120 h, na área relacionada com o enfoque escolhido.

O estudante que pretende seguir uma pós-graduação em Física, nos moldes da que é ofertada pela UFMG, entre as optativas de Física, é recomendado a cursar as disciplinas Métodos da Física Teórica II e Física Quântica II. Este aluno também poderá cursar disciplinas de formação avançada do Programa de Pós-graduação em Física.

Além desse Percurso Padrão, o estudante também pode cursar um dos três Percursos pré-estabelecidos – Física Matemática, Energia Nuclear ou Física Médica – ou propor um Percurso novo (Formação Complementar Aberta), ou ainda optar por fazer uma das Formações Transversais, como detalhado adiante.

### **Percurso em Física Médica**

Físico Médico é uma profissão regulamentada e para exercer-la o graduado em Física tem que ter o título de Especialista que é outorgado pela Associação Brasileira de Física Médica (ABFM

– [www.abfm.org.br](http://www.abfm.org.br)). Este percurso pretende que o estudante da Física receba uma formação básica que o ajude a ingressar nessa área, através de estágio ou residência realizada em centro de radioterapia, e depois se preparar para os exames da ABFM. O percurso compreende uma base de anatomia e tópicos de biologia (principalmente de fisiologia), de responsabilidade do ICB, e tópicos em radiação que serão ministrados pelo Departamento de Engenharia Nuclear – ver Tabelas 4.4 e 4.5.

Além de quatro disciplinas obrigatórias, com um total de 225 h, o aluno terá que cursar, no mínimo, 120 h das optativas desse percurso, mais 120 h de disciplinas que abordam conteúdos de Física – grupo G1 – indicadas para esse percurso.

Tabela 3.2 – Resumo das atividades obrigatórias e optativas do percurso em **FÍSICA MÉDICA (01-02)**.

|  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| NUCLEO COMUM (Grupo 1)   | 1260 h = 84 cr                        |
| OBRIGATÓRIAS DO BACHARELADO (Grupo 1)  | 420 h = 28 cr                         |
| OBRIGATÓRIAS DO PERCURSO (Grupo 38)  | 225 h = 15 cr                         |
| <b>TOTAL DE OBRIGATÓRIAS</b>   | <b>1905 h = 127 cr (79%)</b>          |
| G1 – Optativas de Física (Grupo 18)  | Min = 8 cr; Max = 17 cr<br>(120/255h) |
| G3 – AAC (Atividades Acadêmicas) (Grupo 10)                                    | Min = 8 cr; Max = 17 cr<br>(120/255h) |
| G5 – Optativas de Física Médica (Grupo 23)                                     | Min = 8 cr; Max = 17 cr<br>(120/255h) |
| G9 – Optativas Gerais (Grupo 16)   | Min = 0 cr; Max = 9 cr<br>(0/135h)    |
| <b>TOTAL DE OPTATIVAS (G1 + G3 + G5 + G9)<br/>(Grupo 28) = G18+G10+G23+G16</b> | <b>495 h = 33 cr</b>                  |
| <b>TOTAL</b>   | <b>2400 h = 160 cr</b>                |

O aluno interessado por este Percurso poderá fazer a opção a partir do 2º período do curso, em data pré-estabelecida pelo calendário da UFMG. Para este Percurso são destinadas 10 vagas por semestre que serão ocupadas segundo normas estabelecidas na Resolução 02/2018 – anexo C. Entre as disciplinas do grupo G5 – Optativas de Física Médica estão incluídas várias disciplinas do Programa de Pós-Graduação em Ciências e Técnicas Nucleares e o aluno deverá fazer pelo menos 4 cr desse Programa.

### **Percurso em Energia Nuclear**

O Departamento de Engenharia Nuclear propõe um percurso com enfoque em Energia Nuclear que é uma área já presente no Brasil e que deve crescer no futuro. As disciplinas desse percurso são ofertadas por esse Departamento para alguns cursos de graduação em Engenharia e para a pós-graduação em Ciência e Técnica Nucleares – ver Tabelas 4.6 e 4.7.

Para este percurso, o aluno terá que cursar três disciplinas obrigatórias de 60 h cada, mais, no mínimo, 180 h das optativas do percurso e 120 h de disciplinas que abordam conteúdos de Física – grupo G1 – indicadas para esse percurso.

Tabela 3.3 – Resumo das atividades obrigatórias e optativas do percurso em **Energia Nuclear (01-03)**

|  |  |
|--|--|
| NUCLEO COMUM(Grupo 1)  | 1260 h = 84 cr                         |
| OBRIGATÓRIAS DO BACHARELADO (Grupo 1)  | 420 h = 28 cr                          |
| OBRIGATÓRIAS DO PERCURSO (Grupo 39)  | 180 h = 12 cr                          |
| <b>TOTAL DE OBRIGATÓRIAS</b>   | <b>1860 h = 124 cr (77,5%)</b>         |
| G1 – Optativas de Física (Grupo 19)  | Min = 8 cr; Max = 16 cr<br>(120/240h)  |
| G3 – AAC (Atividades Acadêmicas) (Grupo 11)                                    | Min = 8 cr; Max = 16 cr<br>(120/240h)  |
| G6 – Optativas de Energia Nuclear (Grupo 24)                                   | Min = 12 cr; Max = 20 cr<br>(180/300h) |
| G9 – Optativas Gerais (Grupo 17)   | Min = 0 cr; Max = 8 cr<br>(0/120h)     |
| <b>TOTAL DE OPTATIVAS (G1 + G3 + G6 + G9)<br/>(Grupo 29) = G19+G11+G24+G17</b> | <b>540 h = 36 cr</b>                   |
| <b>TOTAL</b>   | <b>2400 h = 160 cr</b>                 |

O aluno interessado por este Percurso deverá fazer a opção a partir do 4º período do curso, em data pré-estabelecida pelo calendário da UFMG. Para este Percurso são destinadas 10 vagas por semestre que serão ocupadas segundo normas estabelecidas na Resolução 01/2018 – anexo C. Entre as disciplinas do grupo G6 – Optativas de Energia Nuclear estão incluídas várias disciplinas do Programa de Pós-Graduação em Ciências e Técnicas Nucleares e o aluno deverá fazer pelo menos 4 cr desse Programa.

### **Percurso em Física Matemática**

Um número expressivo dos bacharéis formados na UFMG procura uma pós-graduação em Matemática e o objetivo deste percurso é dar uma formação para os alunos que tenham esse interesse.

O aluno terá que cursar 360 h de disciplinas do bacharelado em Matemática – ver tabelas 4.8 e 4.9–, sendo três disciplinas obrigatórias, com um total de 210 h, e 150 h de optativas de Matemática, além de 180 h de disciplinas que abordam conteúdos de Física – grupo G1 – indicadas para esse percurso.

Tabela 3.4 – Resumo das atividades obrigatórias e optativas do percurso em **Física Matemática.(01-04)**

|   |                              |
|---|------------------------------|
| NUCLEO COMUM (Grupo 1)                      | 1260 h = 84 cr               |
| OBRIGATÓRIAS DO BACHARELADO (Grupo 1)       | 420 h = 28 cr                |
| OBRIGATÓRIAS DO PERCURSO (Grupo 40)         | 270 h = 18 cr                |
| <b>TOTAL DE OBRIGATÓRIAS</b>                | <b>1950 h = 130 cr (81%)</b> |
| G1 – Optativas de Física (Grupo 20)         | 12 cr (180h)                 |
| G3 – AAC (Atividades Acadêmicas) (Grupo 12) | 8 cr (120h)                  |

|   |                        |
|---|------------------------|
| G7 – Optativas de Física Matemática (Grupo 25)                    | 6 cr (90h)             |
| TOTAL DE OPTATIVAS (G1 + G3 + G7)<br>(Grupo 30) = G20 + G12 + G25 | 390 h = 26 cr          |
| Núcleo Geral (Grupo 37)   | 4 cr                   |
| <b>TOTAL</b>  | <b>2400 h = 160 cr</b> |

O aluno interessado por este Percurso deverá fazer a opção a partir do 3º período do curso, em data pré-estabelecida pelo calendário da UFMG. Para este Percurso são destinadas 10 vagas por semestre que serão ocupadas segundo normas estabelecidas na Resolução 01/2018 – anexo C.

### **Formação Complementar Aberta**

O aluno também pode propor um Percurso que é denominado "Formação Complementar Aberta". Neste caso, o estudante encaminha uma proposta de um plano de estudos, feito sob a orientação de um professor da UFMG, composto por disciplinas não previstas no currículo do curso que terá que passar pela avaliação do Colegiado. Nessa proposta deverá constar um elenco de atividades definidoras da formação, abrangendo um mínimo de 360 h.

## **Formação Transversal**

O estudante também poderá optar por uma das Formações Transversais elaboradas pela Pró-Reitoria de Graduação da UFMG:

“As Formações Transversais são atividades acadêmicas que abordam temáticas de interesse geral visando incentivar a formação de espírito crítico e de visão aprofundada em relação às grandes questões do país e da humanidade. O conjunto de Formações Transversais constitui um espaço comum de formação para todos os cursos de graduação da UFMG.

Uma Formação Transversal tem as seguintes características:

- É formada por um conjunto de disciplinas que compõem um ‘mini-currículo’, abordando uma temática específica.
- Sua carga horária total é de pelo menos 360 horas-aula.
- Suas disciplinas são registradas normalmente no histórico escolar. O estudante que concluir uma Formação Transversal terá direito a um certificado próprio da formação.
- São abertas a estudantes de todos os cursos de graduação da UFMG.
- Podem ser utilizadas para integralizar a carga horária de Formação Complementar Aberta prevista nos cursos de graduação, a critério dos respectivos Colegiados.
- As disciplinas de uma Formação Transversal também podem ser cursadas de forma avulsa, para a integralização de créditos de Formação Livre.”

([www.ufmg.br/meulugar/curriculo-transversal/](http://www.ufmg.br/meulugar/curriculo-transversal/), acesso em 26/out/2017)

O aluno que tiver cursado parte das disciplinas de um percurso ou formação e depois ter optado por outra trajetória na qual essas disciplinas não estão previstas, poderá contabilizar esses créditos em Formação Geral até o limite de 12 créditos.

Tabela 3.5 – Resumo das atividades obrigatórias e optativas do **BACHARELADO** com **Formação Complementar Aberta** / Formação Transversal. **01-05**

|   |                              |
|---|------------------------------|
| NUCLEO COMUM (Grupo 1)  | 1260 h = 84 cr               |
| OBRIGATÓRIAS DO BACHARELADO (Grupo 1)                             | 420 h = 28 cr                |
| <b>TOTAL DE OBRIGATÓRIAS (Grupo 1)</b>                            | <b>1680 h = 112 cr (70%)</b> |
| G1 – Optativas de Física (Grupo 21)                               | 16 cr (240h)                 |
| G3 – AAC (Atividades Acadêmicas) (Grupo 13)                       | 8 cr (120h)                  |
| <b>TOTAL DE OPTATIVAS (G1 + G3)</b><br><b>(Grupo 31) =G21+G13</b> | <b>360 h = 24 cr</b>         |
| Formação Complementar/Transversal (Grupo 34)                      | 24 cr (360h)                 |
| <b>TOTAL</b>  | <b>2400 h = 160 cr</b>       |



# LICENCIATURA

A Resolução CNE/CP 2, de 19 de fevereiro de 2002, estabeleceu, em seu Art. 1º:

*“A carga horária dos cursos de Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, em curso de licenciatura, de graduação plena, será efetivada mediante a integralização de, no mínimo, 2800 (duas mil e oitocentas) horas, nas quais a articulação teoria-prática garanta, nos termos dos seus projetos pedagógicos, as seguintes dimensões dos componentes comuns:*

*I - 400 (quatrocentas) horas de prática como componente curricular, vivenciadas ao longo do curso;*

*II - 400 (quatrocentas) horas de estágio curricular supervisionado a partir do início da segunda metade do curso;*

*III - 1800 (mil e oitocentas) horas de aulas para os conteúdos curriculares de natureza científico-cultural;*

*IV - 200 (duzentas) horas para outras formas de atividades acadêmico-científico-culturais.”*

Desde 2006 que o currículo em vigor segue essa Resolução. Em 2015, a Resolução CNE/CP 002, de 30 de julho, manteve a carga horária dos itens I, II e IV e aumentou o item III para 2200 h, com a indicação explícita para alguns temas que têm que ser abordados. Esta reformulação curricular foi proposta para atender as determinações dessa nova Resolução e, além do acréscimo de atividades no item III – Conteúdos Curriculares –, foram realizadas alterações substanciais no item I – Prática de Ensino; os itens II e IV permanecem da mesma forma que na versão curricular anterior.

## I – PRÁTICA DE ENSINO

A Prática de Ensino é contemplada no curso através de quatro disciplinas ofertadas pelo Departamento de Física (DF) e três pelo Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino (DMTE), com 60h cada uma.

As quatro disciplinas do DF apresentam os recursos didáticos utilizados para apresentar os conhecimentos de física e sua didática a nível de ensino médio, abordando os seguintes temas:

- Recursos Didáticos: Mecânica, Fluidos e Física Térmica;
- Recursos Didáticos: Astronomia;
- Recursos Didáticos: Eletromagnetismo; e
- Recursos Didáticos: Ondas, Ótica e Física Moderna.

No DMTE, as três disciplinas discutem a didática, inicialmente de uma forma geral em uma disciplina comum à maioria dos cursos de formação de professores da UFMG e, já no final do curso, juntamente com os estágios obrigatórios, temas de didática da Física:

- Didática da Licenciatura;
- Didática da Física I;
- Didática da Física II.

Em resumo, são sete disciplinas de 60 h, dando um total de 420 h, um pouco acima do estabelecido pela Resolução vigente.

## II – ESTÁGIO SUPERVISIONADO

O Estágio Supervisionado é dividido em três momentos, o primeiro com um total de 120 h de estágio de observação e os outros dois de estágio de regência, um com 135 h e o outro com 150 h. O de observação e o primeiro de regência devem ser realizados junto com as disciplinas que

abordam a didática da Física. A carga horária de estágio será dividida em orientação (30 h) e estágio na escola, que se subdivide em tempo para planejamento e elaboração de relatórios, mais a carga horária de atuação direta (60 h). Esses estágios deverão ser realizados nos três últimos semestres do curso. Isso perfaz um total de 405 h de Estágio Supervisionado, também um pouco acima do determinado pela Resolução CNE/CP 002, de 30 de julho de 2015.

### III – CONTEÚDOS CURRICULARES

Além dos conteúdos com a formação básica em Física, Matemática e Informática, que são abordados no Núcleo Fixo (1260 h), o estudante também terá um aprofundamento em Física: 180 h de disciplinas mais direcionadas para a Licenciatura e 120 h de optativas relacionadas com temas de Física, a maioria são disciplinas do bacharelado; uma formação pedagógica de responsabilidade da FaE (180 h); e mais 120 h relacionadas com temas de inclusão.

Duas dessas disciplinas obrigatórias – Fundamentos de Libras e Gestão Escolar – serão ministradas em turmas de ensino a distância. Na UFMG, essa modalidade de ensino segue as regras da Resolução 03/2016 do Conselho de Ensino Pesquisa e Extensão que estabelece, entre outras normas, que as avaliações dos alunos devem ocorrer presencialmente.

O restante da carga horária relacionada a conteúdos será em disciplinas optativas para o estudante, permitindo que o licenciando faça seu próprio percurso pelo curso (360 h): ele pode diversificar sua formação buscando temas de outras áreas, p.ex. Química ou Informática; ou aprofundar seus conhecimentos em Física; ou fazer uma Formação Transversal; ou propor uma Formação Complementar Aberta.

Isso perfaz um total de 2220 h, novamente um pouco acima do determinado pela Resolução 02/2015 do Conselho Nacional de Educação.

É importante salientar que esta proposta, além de satisfazer a carga horária mínima para cada área, também inclui todos os tópicos citados nessa Resolução como obrigatórios nos cursos de formação de professores. Assim, são obrigatórias as seguintes disciplinas:

- Fundamentos de Libras
- Psicologia da Educação – Aprendizagem e Ensino
- Educação Especial
- Gestão Escolar

Além de o estudante ser obrigado a cursar pelo menos uma destas disciplinas:

- Sociologia da Educação
- Política Educacional

Os temas relacionados a direitos humanos, diversidade e relações étnico-raciais são abordados nas atividades “Seminários: Física e Sociedade”, que é obrigatória para os alunos do diurno (bacharelado e licenciatura) e optativa para os do noturno, e “Seminários: Direitos Humanos”, que é obrigatória para os alunos do noturno e optativa para os do diurno.

Com relação ao tema meio ambiente, além dele ser abordado de uma forma técnica em diversas disciplinas, em especial “Fundamentos de Mecânica dos Fluidos e Termodinâmica”, “Fundamentos de Oscilações, Ondas e Ótica” e “Estrutura da Matéria”, ele é explicitamente discutido nas disciplinas Física Conceitual A e B, que são obrigatórias para a Licenciatura e optativas para o Bacharelado.

Nesta modalidade, são ofertadas duas disciplinas obrigatórias – Fundamentos de Libras e Gestão Escolar – a distância. Como no bacharelado, algumas disciplinas básicas ofertam turmas à distância, com avaliação presencial, para alunos que já cursaram a disciplina em turma presencial e não foram aprovados.

#### IV – Atividades Acadêmico-Científico-Culturais

Os alunos de Licenciatura têm que cursar o mínimo de 210 h, o que equivale a 14 cr, em atividades acadêmicas que são as mesmas e seguem as mesmas regras definidas para o Bacharelado. Com esse mínimo, como nas outras áreas, se fica um pouco acima do que foi estabelecido pela Resolução 02/2015.

Tabela 3.6 – Resumo das atividades obrigatórias e optativas da **LICENCIATURA, DIURNA**

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| NUCLEO COMUM (Grupo 2)                                      | 1260 h = 84 cr                   |
| + CONTEÚDO DE FÍSICA (Grupo 2)                              | 180 h = 12 cr                    |
| + CONTEÚDO PEDAGÓGICO (Grupo 2)                             | 120 h = 8 cr                     |
| + CONTEÚDO DE INCLUSÃO (Grupo 2)                            | 120 h = 8 cr                     |
| <b>OBRIGATÓRIAS DE CONTEÚDO</b>                             | <b>1680 h = 112 cr</b>           |
| PRÁTICA DE ENSINO (Grupo 2)                                 | 420 h = 28 cr                    |
| ESTÁGIO CURRICULAR (Grupo 3)                                | 405 h = 27 cr                    |
| <b>TOTAL DE OBRIGATÓRIAS</b>                                | <b>2505 h = 167 cr (77%)</b>     |
| G1 – Optativas de Física (Grupo 6)                          | Min=8cr; Max=28cr (120/420hs)    |
| G2 – Optativas Pedagógicas (Grupo 4)                        | Min = 4 cr; Max = 8 cr (60/120h) |
| G3 – AAC (Atividades Acadêmicas Complementares) (Grupo 15 ) | Min=14cr;Max=20cr (210/300hs)    |
| G9 – Optativas Gerais (Grupo 8)                             | Min = 0 cr; Max = 20 cr (0/300h) |
| <b>TOTAL DE OPTATIVAS (G1 + G2 + G3 + G9)</b>               | <b>690 h = 46 cr</b>             |
| <b>Optativas (Grupo 32) = G6+G4+G15+G8</b>                  |                                  |
| Núcleo Geral (Grupo 37 )                                    | Min = 4 cr; Max = 4 cr           |
| <b>TOTAL</b>  | <b>3255 h = 217 cr</b>           |

### **Formação Complementar Aberta / Formação Transversal**

Nesta modalidade, os estudantes também podem propor uma Formação Complementar Aberta ou cursar uma Formação Transversal da mesma forma que foi descrita para o Bacharelado.

Tabela 3.7 – Resumo das atividades obrigatórias e optativas da LICENCIATURA, **DIURNA**, com Formação Complementar Aberta / Formação Transversal.

|   |                              |
|---|------------------------------|
| NUCLEO COMUM (Grupo 2)  | 1260 h = 84 cr               |
| + CONTEÚDO DE FÍSICA (Grupo 2)  | 180 h = 12 cr                |
| + CONTEÚDO PEDAGÓGICO (Grupo 2)   | 120 h = 8 cr                 |
| + CONTEÚDO DE INCLUSÃO (Grupo 2)  | 120 h = 8 cr                 |
| <b>OBRIGATÓRIAS DE CONTEÚDO</b>   | <b>1680 h = 112 cr</b>       |
| PRÁTICA DE ENSINO (Grupo 2)   | 420 h = 28 cr                |
| ESTÁGIO CURRICULAR (Grupo 3)  | 405 h = 27 cr                |
| <b>TOTAL DE OBRIGATÓRIAS</b>  | <b>2505 h = 167 cr (77%)</b> |
| G1 – Optativas de Física (Grupo 36)                                       | 8 cr (120h)                  |
| G2 – Optativas Pedagógicas (Grupo 4)                                      | 4 cr (60h)                   |
| G3 – AAC (Atividades Acadêmicas Complementares) (Grupo 35)                | 14 cr (210h)                 |
| <b>TOTAL DE OPTATIVAS (G1 + G2+ G3)</b><br><b>(Grupo 33) = G36+G4+G35</b> | <b>390 h = 26 cr</b>         |
| Formação Complementar/Transversal (Grupo 34)                              | 24 cr (360h)                 |
| <b>TOTAL</b>  | <b>3255 h = 217 cr</b>       |

As tabelas 4.10 e 4.11 apresentam as matrizes curriculares para os cursos de Licenciatura em Física nos turnos diurno e noturno, respectivamente.

O aluno do turno diurno interessado por esta modalidade poderá fazer a opção a partir do 1º período do curso, em data pré-estabelecida pelo calendário da UFMG. No noturno só é ofertada esta modalidade.

Tabela 3.8 – Resumo das atividades obrigatórias e optativas da LICENCIATURA NOTURNA.

|   |                                  |
|---|----------------------------------|
| NUCLEO COMUM (Grupo 1)                                    | 1260 h = 84 cr                   |
| + CONTEÚDO DE FÍSICA (Grupo 1)                            | 180 h = 12 cr                    |
| + CONTEÚDO PEDAGÓGICO (Grupo 1)                           | 120 h = 8 cr                     |
| + CONTEÚDO DE INCLUSÃO (Grupo 1)                          | 120 h = 8 cr                     |
| <b>OBRIGATÓRIAS DE CONTEÚDO</b>                           | <b>1680 h = 112 cr</b>           |
| PRÁTICA DE ENSINO (Grupo 1)                               | 420 h = 28 cr                    |
| ESTÁGIO CURRICULAR (Grupo 12)                             | 405 h = 27 cr                    |
| <b>TOTAL DE OBRIGATÓRIAS</b>                              | <b>2505 h = 167 cr (77%)</b>     |
| G1 – Optativas de Física (Grupo 3)                        | Min=8cr; Max=28cr (120/420hs)    |
| G2 – Optativas Pedagógicas (Grupo 5)                      | Min = 4 cr; Max = 8 cr (60/120h) |
| G3 – AAC (Atividades Acadêmicas Complementares) (Grupo 4) | Min=14cr;Max=20cr (210/300hs)    |
| G9 – Optativas Gerais (Grupo 2)                           | Min = 0 cr; Max = 20 cr          |
| <b>TOTAL DE OPTATIVAS (G1 + G2 + G3 + G9)</b>             | <b>690 h = 46 cr</b>             |
| <b>Optativas (Grupo 10) = G3+G5+G4+G2</b>                 |                                  |
| Núcleo Geral (Grupo 6)                                    | Min = 4 cr; Max = 4 cr           |
| <b>TOTAL</b>  | <b>3255 h = 217 cr</b>           |

Tabela 3.9 – Resumo das atividades obrigatórias e optativas da LICENCIATURA NOTURNA, com Formação Complementar Aberta / Formação Transversal.

|   |                              |
|---|------------------------------|
| NUCLEO COMUM (Grupo 1)                                    | 1260 h = 84 cr               |
| + CONTEÚDO DE FÍSICA (Grupo 1)                            | 180 h = 12 cr                |
| + CONTEÚDO PEDAGÓGICO (Grupo 1)                           | 120 h = 8 cr                 |
| + CONTEÚDO DE INCLUSÃO (Grupo 1)                          | 120 h = 8 cr                 |
| <b>OBRIGATÓRIAS DE CONTEÚDO</b>                           | <b>1680 h = 112 cr</b>       |
| PRÁTICA DE ENSINO (Grupo 1)                               | 420 h = 28 cr                |
| ESTÁGIO CURRICULAR (Grupo 12)                             | 405 h = 27 cr                |
| <b>TOTAL DE OBRIGATÓRIAS</b>                              | <b>2505 h = 167 cr (77%)</b> |
| G1 – Optativas de Física (Grupo 8)                        | 8 cr (120h)                  |
| G2 – Optativas Pedagógicas (Grupo 5)                      | 4 cr (60h)                   |
| G3 – AAC (Atividades Acadêmicas Complementares) (Grupo 9) | 14 cr (210h)                 |
| <b>TOTAL DE OPTATIVAS (G1 + G2+ G3)</b>                   | <b>390 h = 26 cr</b>         |
| <b>Licenciatura FCA - Optativas (Grupo 11) = G8+G5+G9</b> |                              |
| Formação Complementar/Transversal (Grupo 7)               | 24 cr (360h)                 |
| <b>TOTAL</b>  | <b>3255 h = 217 cr</b>       |



## 4. MATRIZES CURRICULARES

Tabela 4.1 – Disciplinas a serem cursadas no BACHARELADO – Formação Padrão

| SEM | COD    | NOME  | CR | PRÉ           |          |    |
|-----|--------|---|----|---------------|----------|----|
| 1o  | DCC208 | Introdução à Programação de Computadores        | 4  | nenhum        |          |    |
|     | FIS065 | Fundamentos de Mecânica                         | 4  | nenhum        |          |    |
|     | MAT001 | Cálculo Diferencial e Integral I                | 6  | nenhum        |          |    |
|     | MAT038 | Geometria Analítica e Álgebra Linear            | 4  | nenhum        |          |    |
|     | FIS151 | Física Experimental Básica: Mecânica            | 2  | nenhum        |          |    |
|     | FIS615 | Seminários: Física e Sociedade                  | 2  | nenhum        | 22       |    |
| 2o  | FIS003 | Evolução das Ideias da Física                   | 4  | FIS065        |          |    |
|     | FIS154 | Física Experimental Básica: Termodinâmica       | 2  | FIS151/FIS065 |          |    |
|     | FIS616 | Introdução à Computação em Física               | 4  | DCC208/MAT001 |          |    |
|     | FIS152 | Fund. Mecânica dos Fluidos e Termodinâmica      | 2  | FIS065/MAT001 |          |    |
|     | MAT039 | Cálculo Diferencial e Integral II               | 4  | MAT001        |          |    |
|     | OP/AAC |   |    | 4             | -/-/-/-/ | 20 |
| 3o  | FIS069 | Fundamentos de Eletromagnetismo                 | 4  | FIS065/MAT039 |          |    |
|     | FIS153 | Física Experimental Básica: Eletromagnetismo    | 2  | FIS151/FIS065 |          |    |
|     | MAT002 | Cálculo Diferencial e Integral III              | 4  | MAT039        |          |    |
|     | MAT015 | Equações Diferenciais A                         | 4  | MAT039        |          |    |
|     | OP/AAC |   |    | 4             | -/-/-/-/ | 18 |
| 4o  | FIS034 | Mecânica I                                      | 4  | FIS065/MAT015 |          |    |
|     | FIS086 | Fundamentos de Oscilações, Ondas e Ótica        | 4  | FIS069/MAT015 |          |    |
|     | FIS091 | Fundamentos de Relatividade                     | 2  | FIS069        |          |    |
|     | FIS155 | Física Experimental Básica: Ondas e Ótica       | 2  | FIS151/FIS069 |          |    |
|     | MAT016 | Equações Diferenciais B                         | 4  | MAT015        |          |    |
|     | OP/AAC |   |    | 4             | -/-/-/-/ | 20 |
| 5o  | FIS036 | Mecânica II                                     | 4  | FIS034        |          |    |
|     | FIS073 | Introdução à Física Quântica                    | 4  | FIS086        |          |    |
|     | FIS617 | Física Experimental: Eletromagnetismo           | 4  | FIS155/FIS086 |          |    |
|     | FIS618 | Métodos da Física Teórica I                     | 4  | MAT015        |          |    |
|     | OP/AAC |   |    | 4             | -/-/-/-/ | 20 |
| 6o  | FIS037 | Eletromagnetismo I                              | 4  | FIS069/MAT002 |          |    |
|     | FIS120 | Física Quântica I                               | 4  | FIS073/FIS618 |          |    |
|     | FIS622 | Estrutura da Matéria                            | 4  | FIS073        |          |    |
|     | FIS621 | Física Experimental: Oscilações, Ondas e Ótica  | 4  | FIS086/FIS155 |          |    |
|     | OP/AAC |   |    | 4             | -/-/-/-/ | 20 |
| 7o  | FIS039 | Eletromagnetismo II                             | 4  | FIS037        |          |    |
|     | FIS628 | Termodinâmica e Introdução à Física Estatística | 4  | FIS622        |          |    |
|     | FIS627 | Física Experimental: Física Moderna             | 4  | FIS621/FIS073 |          |    |
|     | OP/AAC |   |    | 8             | -/-/-/-/ | 20 |
| 8o  | OP/AAC |   |    | 20            | -/-/-/-/ | 20 |

As disciplinas do Núcleo Comum, que são obrigatórias para o Bacharelado e a Licenciatura, estão hachuradas de cinza. Independente do enfoque ou percurso ou formação, todo aluno de Bacharelado tem que seguir essa matriz – o que diferencia uma trajetória da outra são as disciplinas optativas e atividades acadêmicas (OP/AAC) que cada um terá de cursar.

**Tabela 4.2 Disciplinas Optativas com temas de Física do Bacharelado - Grupo G1**

As colunas da direita sinalizam as disciplinas que são essenciais (E) e recomendadas (R) para os enfoques em Astrofísica (A), Física dos Materiais (FM), Física Teórica (FT), Física Experimental (FE) e Física Computacional (FC)

| SEM* | COD            | NOME                                    | CR  | PRÉ               | A | FM | FT | FE | FC |
|------|----------------|---|-----|-------------------|---|----|----|----|----|
| 4    | MAT118         | Variável Complexa                       | 4   | MAT002            |   |    | E  |    | R  |
| 5    | FIS630         | Astronomia Observacional                | 4   | FIS086            | E |    |    |    |    |
|      | FIS633         | Métodos Computacionais em Física        | 4   | FIS616 / MAT016   | R |    |    |    | E  |
| 6    | FIS006         | Astrofísica Estelar                     | 4   | FIS073            | E |    |    |    |    |
|      | FIS623         | Métodos da Física Teórica II            | 4   | FIS618            |   |    | E  |    | R  |
|      | FIS632         | Tópico em Eletrônica aplicada à Física  | 4   | FIS617            |   |    |    | E  |    |
| 7    | FIS007         | Astrofísica Galáctica                   | 4   | FIS006            | E |    |    |    |    |
|      | FIS042         | Introdução à Física de Partículas       | 4   | FIS622            |   |    | R  | R  | R  |
|      | FIS121         | Física Quântica II                      | 4   | FIS120            |   | E  | E  |    | R  |
|      | FIS127         | Introdução à Física do Estado Sólido    | 4   | FIS622            |   | E  | R  | R  | R  |
|      | FIS631         | Física Atômica e Molecular              | 4   | FIS073            |   | E  | R  | R  | R  |
| 8    | FIS040         | Física Experimental Avançada            | 6   | FIS627            |   | E  |    | E  |    |
|      | FIS123         | Ótica                                   | 4   | FIS039            | E | E  | R  | E  | R  |
| ?    | FIS634,639,640 | Tópicos de Astrofísica A, B, C          | 2-4 | Depende da oferta | R |    |    |    |    |
|      | FIS644,645,646 | Tópicos de Física dos Materiais A, B, C | 2-4 | Depende da oferta |   | R  |    | R  |    |
|      | FIS641,642,643 | Tópicos de Física Teórica A, B, C       | 2-4 | Depende da oferta |   |    | R  |    |    |
|      | FIS635,636,637 | Tópicos Gerais em Física A, B, C        | 2-4 | Depende da oferta |   |    |    |    |    |

SEM\* - indicação de a partir de que semestre essa disciplina pode ser cursada.

**Tabela 4.3 Disciplinas Optativas de caráter geral do Bacharelado - Grupo G9 (Grupo 2-LN e8-LD)(Grupo7,16,17-BAC,FMed,EN)**

| SEM* | COD        | NOME  | CR  | PRÉ                  |   |   |   |   |   |
|------|------------|---|-----|----------------------|---|---|---|---|---|
| 1    | LET223     | Fundamentos de Libras                               | 4   | nenhum               |   |   |   |   |   |
|      | QUI003     | Química Geral B                                     | 4   | nenhum               |   | R |   | R |   |
|      | QUI019     | Química Geral Experimental                          | 2   | nenhum               |   | R |   | R |   |
|      | ICB001     | Bases Ecológicas para o Desenvolvimento Sustentável | 2   | nenhum               |   |   |   |   |   |
|      | DIT121     | Direitos Humanos                                    | 2   | nenhum               |   |   |   |   |   |
| 2    | DCC203     | Progr. e Desenvolvimento de Software I              | 4   | nenhum               | R |   |   |   | E |
|      | EST031     | Estatística e Probabilidades                        | 4   | MAT001               |   |   | R |   | R |
| 3    | DCC033     | Análise Numérica                                    | 4   | DCC003/MAT001        |   |   |   |   |   |
|      | DCC204     | Progr. e Desenv. de Software II                     | 4   | DCC203               | R |   |   |   | E |
|      | QUI604     | Físico-Química II                                   | 6   | FIS152 / QUI003      |   | R |   | R |   |
| 4    | DCC205     | Estrutura de Dados                                  | 4   | DCC204               | R |   |   |   | E |
|      | FIS004     | Astronomia Geral                                    | 4   | FIS065               |   |   |   |   |   |
|      | FIS620     | Física Conceitual A                                 | 4   | FIS152               |   |   |   |   |   |
|      | MAT244     | Introd. Geometria Diferencial                       | 4   | MAT002               |   |   |   |   |   |
| 5    | FIS619     | Rec.Did.:Mecânica, Fluidos e Fis.Term.              | 4   | FIS155/FIS086        |   |   |   |   |   |
|      | FIS624     | Física Conceitual B                                 | 4   | FIS073/FIS091        |   |   |   |   |   |
|      | FIS652     | Métodos Comp. no Ensino de Física                   | 4   | FIS616               |   |   |   |   |   |
|      | MAT243     | Análise I   | 6   | MAT002               |   |   |   |   |   |
|      | MAT246     | Intr. Equações Diferenciais Ordinárias              | 4   | MAT016               |   |   |   |   |   |
|      | MAT247     | Intr. Equações Diferenciais Parciais                | 4   | MAT016               |   |   |   |   |   |
| 6    | FIS625     | Recursos Didáticos: Eletromagnetismo                | 4   | FIS619               |   |   |   |   |   |
|      | FIS626     | Recursos Didáticos: Astronomia                      | 4   | FIS004/FIS619        |   |   |   |   |   |
|      | MAT245     | Análise II  | 4   | MAT243               |   |   |   |   |   |
| 7    | FIS629     | Rec.Did.:Ondas, Ótica e Física Moderna              | 4   | FIS619/FIS073/FIS091 |   |   |   |   |   |
| ?    | ICE061-063 | Tópicos Especiais A, B, C                           | 2-4 | Depende da oferta    |   |   |   |   |   |
|      | ICE055-060 | Tópicos em Ensino de Física A - F                   | 1-6 | Depende da oferta    |   |   |   |   |   |

O aluno também poderá solicitar matrícula nas disciplinas da Pós-graduação em Física que serão aproveitadas no grupo G8 26 do percurso padrão:

**FIS638 – TÓPICOS AVANÇADOS DE FÍSICA 4 créditos (Grupo 26)**



## Percurso em Física Médica

Tabela 4.4 – Disciplinas obrigatórias do percurso em Física Médica. (GRUPO 38)

| SEM | COD    | NOME  | CR | PRÉ    |
|-----|--------|---|----|--------|
| 3º  | MOF009 | Anatomia Humana Básica                          | 3  | nenhum |
| 5º  | ENU877 | Interação da Radiação com a Matéria             | 4  | FIS086 |
| 6º  | ENU003 | Radioproteção                                   | 4  | ENU877 |
| 7º  | ENU007 | Detecção das Radiações e Instrumentação Nuclear | 4  | ENU877 |

Tabela 4.5 – Disciplinas optativas do percurso em Física Médica – grupo G5. (Grupo 23)

| SEM* | COD    | NOME   | CR | PRÉ    |
|------|--------|--|----|--------|
| 4º   | FIS648 | Tópicos de Biologia para a Física Médica   | 4  | nenhum |
| 6    | ENU887 | Radiações Aplicadas à Biomédica  | 4  | ENU877 |
|      | ENU856 | Aceleradores de Partículas Nucleares Aplicados à Biomédica                             | 4  | ENU877 |
|      | ENU883 | Conceitos em Radiobiologia Aplicada  | 4  | ENU877 |
|      | ENU882 | Conceitos em Radioquímica Aplicada   | 4  | ENU877 |
|      | ENU860 | Conceitos em Imagens Médicas   | 4  | ENU877 |
|      | ENU104 | Técnicas Computacionais Aplicadas ao Transporte de Partículas – Aplicações em Medicina | 4  | ENU877 |

## Percurso em Energia Nuclear

Tabela 4.6 – Disciplinas obrigatórias do percurso em Energia Nuclear. (GRUPO 39)

| SEM | COD    | NOME  | CR | PRÉ    |
|-----|--------|---|----|--------|
| 5º  | ENU009 | Introdução à Energia Nuclear I                  | 4  | FIS086 |
| 6º  | ENU003 | Radioproteção                                   | 4  | ENU009 |
| 7º  | ENU007 | Detecção das Radiações e Instrumentação Nuclear | 4  | ENU009 |

Tabela 4.7 – Disciplinas optativas do percurso em Energia Nuclear – grupo G6. (Grupo 24)

| SEM* | COD    | NOME   | CR | PRÉ    |
|------|--------|--|----|--------|
| 3º   | ENU005 | Metodologia e Modelos de Planejamento Energético   | 4  | nenhum |
|      | FIS650 | Tópicos de Energia Nuclear                         | 4  |        |
| 6º   | ENU874 | Técnicas de Computação Aplicadas à Energia Nuclear | 4  | ENU009 |
|      | ENU825 | Física de Reatores I                               | 4  | ENU009 |
|      | ENU831 | Ciclos do Combustível Nuclear                      | 4  | ENU009 |
|      | ENU001 | Aplicação de Radioisótopos                         | 4  | ENU009 |
|      | ENU845 | Segurança de Instalações Nucleares                 | 4  | ENU009 |

Para estes dois percursos, as disciplinas optativas de Física – grupo G1 – serão as disciplinas listadas na tabela 4.2, com exceção das disciplinas com códigos FIS075, FIS006 e FIS007 e os Tópicos em Astrofísica que passam para o grupo de optativas gerais – grupo G9.

## Percurso em Física Matemática

Tabela 4.8 – Disciplinas obrigatórias do percurso em Física Matemática.(Grupo 40)

| SEM | COD    | NOME                               | CR | PRÉ    |
|-----|--------|------------------------------------|----|--------|
| 4º  | MAT244 | Introdução à Geometria Diferencial | 4  | MAT002 |
| 5º  | MAT243 | Análise I                          | 6  | MAT244 |
| 6º  | FIS623 | Métodos da Física Teórica II       | 4  | FIS618 |
| 7º  | MAT118 | Variável complexa                  | 4  | MAT002 |

Tabela 4.9 – Disciplinas optativas do percurso em Física Matemática – grupo G7.(Grupo 25)

| SEM* | COD    | NOME                                     | CR | PRÉ    |
|------|--------|--|----|--------|
| 6    | MAT213 | Álgebra linear II                        | 6  | FIS618 |
| 7    | MAT233 | Anéis e módulos                          | 4  | MAT243 |
|      | MAT234 | Introdução a topologia                   | 4  | MAT243 |
|      | MAT232 | Grupos e corpos                          | 4  | MAT243 |
|      | MAT246 | Introd. Equações Diferenciais Ordinárias | 4  | MAT016 |
|      | MAT247 | Introd. Equações Diferenciais Parciais   | 4  | MAT016 |
|      | MAT245 | Análise II                               | 4  | MAT243 |
|      | FIS651 | Tópicos de Física Matemática             | 4  |        |

Para este percurso, as disciplinas optativas de Física – grupo G1 – serão as disciplinas listadas na tabela 4.2, com exceção das disciplinas com códigos FIS075, FIS006, FIS007 e FIS040 e os Tópicos em Astrofísica e em Física dos Materiais que passam para o grupo de optativas gerais – grupo G9.

**Tabela 4.10 – Disciplinas a serem cursadas na LICENCIATURA DIURNA**

| Per.   | COD  | NOME  | CR     | PRÉ                  |    |
|--------|--|---|--------|----------------------|----|
| 1      | DCC208   | Introdução à Programação de Computadores                        | 4      | nenhum               |    |
|        | FIS065   | Fundamentos de Mecânica   | 4      | nenhum               |    |
|        | MAT001   | Cálculo Diferencial e Integral I                                | 6      | nenhum               |    |
|        | MAT038   | Geometria Analítica e Álgebra Linear                            | 4      | nenhum               |    |
|        | FIS151   | Física Experimental Básica: Mecânica                            | 2      | nenhum               |    |
|        | FIS615   | Seminários: Física e Sociedade                                  | 2      | nenhum               | 22 |
| 2      | FIS003   | Evolução das Ideias da Física                                   | 4      | FIS065               |    |
|        | FIS154   | Física Experimental Básica: Termodinâmica                       | 2      | FIS151/FIS065        |    |
|        | FIS616   | Introdução à Computação em Física                               | 4      | DCC208/MAT001        |    |
|        | FIS152   | Fund. Mecânica dos Fluidos e Termodinâmica                      | 2      | FIS065/MAT001        |    |
|        | MAT039   | Cálculo Diferencial e Integral II                               | 4      | MAT001               |    |
|        | LET223   | Fundamentos de Libras   | 4      | nenhum               |    |
| CAE002 | Psicologia da Educação – Aprendizagem e Ensino | 4   | nenhum |                      |    |
| 3      | FIS069   | Fundamentos de Eletromagnetismo                                 | 4      | FIS065/MAT039        |    |
|        | FIS153   | Física Experimental Básica: Eletromagnetismo                    | 2      | FIS151/FIS065        |    |
|        | MAT002   | Cálculo Diferencial e Integral III                              | 4      | MAT039               |    |
|        | MAT015   | Equações Diferenciais A   | 4      | MAT039               |    |
|        | ADE066   | Gestão Escolar  | 4      | nenhum               |    |
|        | ----   | Sociologia da Educação OU Política Educacional <b>(Grupo 4)</b> | 4      | nenhum               |    |
|        | OP/AAC   |   | 2      | -/-/-/-              | 24 |
| 4      | FIS004   | Astronomia Geral  | 4      | FIS065               |    |
|        | FIS034   | Mecânica I  | 4      | FIS065/MAT015        |    |
|        | FIS086   | Fundamentos de Oscilações, Ondas e Ótica                        | 4      | FIS069/MAT015        |    |
|        | FIS091   | Fundamentos de Relatividade                                     | 2      | FIS069               |    |
|        | FIS155   | Física Experimental Básica: Ondas e Ótica                       | 2      | FIS151/FIS069        |    |
|        | FAE493   | Fundamentos da Educação Especial e Inclusiva                    | 4      | nenhum               |    |
| MTE101 | Didática da Licenciatura                       | 4   | nenhum | 24                   |    |
| 5      | FIS073   | Introdução à Física Quântica                                    | 4      | FIS086               |    |
|        | FIS619   | Recursos Didáticos: Mecânica, Fluidos e Física Térmica          | 4      | FIS155/FIS086        |    |
|        | FIS617   | Física Experimental: Eletromagnetismo                           | 4      | FIS155/FIS086        |    |
|        | FIS620   | Física Conceitual A   | 4      | FIS152               |    |
|        | OP/AAC   |   | 8      | -/-/-/-              | 24 |
| 6      | FIS625   | Recursos Didáticos: Eletromagnetismo                            | 4      | FIS619               |    |
|        | FIS626   | Recursos Didáticos: Astronomia                                  | 4      | FIS004/FIS619        |    |
|        | FIS622   | Estrutura da Matéria  | 4      | FIS073               |    |
|        | FIS621   | Física Experimental: Oscilações, Ondas e Ótica                  | 4      | FIS155/FIS086        |    |
|        | FIS624   | Física Conceitual B   | 4      | FIS073/FIS091        |    |
|        | OP/AAC   |   | 4      | -/-/-/-              | 24 |
| 7      | FIS629   | Recursos Didáticos: Ondas, Ótica e Física Moderna               | 4      | FIS619/FIS073/FIS091 |    |
|        | FIS627   | Física Experimental: Física Moderna                             | 4      | FIS621/FIS073        |    |
|        | MTE446   | Didática da Física I  | 4      | FIS069               |    |
|        | MTE230   | Estágio em Ensino de Física I                                   | 8      | FIS069               |    |
|        | OP/AAC   |   | 4      | -/-/-/-              | 24 |
| 8      | MTE447   | Didática da Física II   | 4      | MTE446/MTE230        |    |
|        | MTE235   | Estágio em Ensino de Física II                                  | 9      | MTE230/ MTE446       |    |
|        | OP/AAC   |   | 12     | -/-/-/-              | 25 |
| 9      | MTE239   | Estágio em Ensino de Física III                                 | 10     | MTE235/ MTE447       |    |
|        | OP/AAC   |   | 16     | -/-/-/-              | 26 |

**Tabela 4.11 – Disciplinas a serem cursadas na LICENCIATURA NOTURNA**

| Per. | COD    | NOME   | CR | PRÉ                  |          |
|------|--------|--|----|----------------------|----------|
| 1o   | DCC208 | Introdução à Programação de Computadores                 | 4  | nenhum               |          |
|      | FIS065 | Fundamentos de Mecânica                                  | 4  | nenhum               |          |
|      | MAT001 | Cálculo Diferencial e Integral I                         | 6  | nenhum               |          |
|      | MAT038 | Geometria Analítica e Álgebra Linear                     | 4  | nenhum               |          |
|      | FIS151 | Física Experimental Básica: Mecânica                     | 2  | nenhum               | 20       |
| 2o   | FIS003 | Evolução das Ideias da Física                            | 4  | FIS065               |          |
|      | FIS154 | Física Experimental Básica: Termodinâmica                | 2  | FIS151/FIS065        |          |
|      | FIS616 | Introdução à Computação em Física                        | 4  | DCC208/MAT001        |          |
|      | FIS152 | Fund. Mecânica dos Fluidos e Termodinâmica               | 2  | FIS065/MAT001        |          |
|      | MAT039 | Cálculo Diferencial e Integral II                        | 4  | MAT001               |          |
|      | LET223 | Fundamentos de Libras                                    | 4  | nenhum               |          |
|      | CAE002 | Psicologia da Educação – Aprendizagem e Ensino           | 4  | nenhum               | 24       |
| 3o   | FIS069 | Fundamentos de Eletromagnetismo                          | 4  | FIS065/MAT039        |          |
|      | FIS153 | Física Experimental Básica: Eletromagnetismo             | 2  | FIS151/FIS065        |          |
|      | MAT002 | Cálculo Diferencial e Integral III                       | 4  | MAT039               |          |
|      | ADE066 | Gestão Escolar   | 4  | nenhum               |          |
|      | ----   | Sociologia da Educação OU Política Educacional [Grupo 5] | 4  | nenhum               |          |
|      | DIT121 | Direitos Humanos [ou Semin.: Física e Sociedade]         | 2  | nenhum               | 20       |
| 4o   | MAT015 | Equações Diferenciais A                                  | 4  | MAT039               |          |
|      | FIS086 | Fundamentos de Oscilações, Ondas e Óptica                | 4  | FIS069               |          |
|      | FIS091 | Fundamentos de Relatividade                              | 2  | FIS069               |          |
|      | FIS155 | Física Experimental Básica: Ondas e Óptica               | 2  | FIS151/FIS069        |          |
|      | FAE493 | Fundamentos de Educação Especial e Inclusiva             | 4  | nenhum               |          |
|      | MTE101 | Didática da Licenciatura                                 | 4  | nenhum               | 20       |
| 5o   | FIS031 | Mecânica Fundamental                                     | 4  | FIS065/MAT015        |          |
|      | FIS073 | Introdução à Física Quântica                             | 4  | FIS086               |          |
|      | FIS004 | Astronomia Geral   | 4  | FIS065               |          |
|      | FIS617 | Física Experimental: Eletromagnetismo                    | 4  | FIS155/FIS086        |          |
|      | FIS620 | Física Conceitual A                                      | 4  | FIS152               | 20       |
| 6o   | FIS619 | Recursos Didáticos: Mecânica, Fluidos e Física Térmica   | 4  | FIS155/FIS086        |          |
|      | FIS622 | Estrutura da Matéria                                     | 4  | FIS073               |          |
|      | FIS621 | Física Experimental: Oscilações, Ondas e Óptica          | 4  | FIS155/FIS086        |          |
|      | FIS624 | Física Conceitual B                                      | 4  | FIS073/FIS091        |          |
|      | OP/AAC |  | 4  | -/-/-/-/             | 20       |
| 7o   | FIS625 | Recursos Didáticos: Eletromagnetismo                     | 4  | FIS619               |          |
|      | FIS626 | Recursos Didáticos: Astronomia                           | 4  | FIS004/FIS619        |          |
|      | FIS627 | Física Experimental: Física Moderna                      | 4  | FIS621/FIS073        |          |
|      | OP/AAC |  | 8  | -/-/-/-/             | 20       |
| 8o   | FIS629 | Recursos Didáticos: Ondas, Óptica e Física Moderna       | 4  | FIS619/FIS073/FIS091 |          |
|      | MTE446 | Didática da Física I                                     | 4  | FIS069               |          |
|      | MTE230 | Estágio em Ensino de Física I                            | 8  | FIS069               |          |
|      |        | OP/AAC   |    | 8                    | -/-/-/-/ |
| 9o   | MTE447 | Didática da Física II                                    | 4  | MTE446/MTE230        |          |
|      | MTE235 | Estágio em Ensino de Física II                           | 9  | MTE230/ MTE446       |          |
|      |        | OP/AAC   |    | 12                   | -/-/-/-/ |
| 10o  | MTE239 | Estágio em Ensino de Física III                          | 10 | MTE235/ MTE447       |          |
|      |        | OP/AAC   |    | 14                   | -/-/-/-/ |

Para a Licenciatura, independente do turno, as **disciplinas optativas com enfoque de Física** – grupo G1 – são as disciplinas obrigatórias do Bacharelado da tabela 4.1 e as disciplinas optativas da tabela 4.2; as atividades acadêmicas – grupo G3 – estão descritas no anexo B; **as disciplinas optativas gerais** – grupo G9 – são as mesmas do Bacharelado – tabela 4.3 – com exceção das que são obrigatórias para esta modalidade e a inclusão da disciplina MTE227 Fundamentos e Metodologia do Ensino de Ciências Físicas, do curso de Pedagogia.

| SEM | COD    | NOME   | CR | PRÉ                   |
|-----|--------|--|----|-----------------------|
| 4º  | FIS652 | Métodos Computacionais no Ensino de Física (OP Física - Grupo 3 ou 8 para a Licenciatura e OP Gerais para Bac) | 4  | FIS616                |
| 6º  |        |  | 4  |                       |
|     | FIS036 | Mecânica II (também OP Física como as outras OB do BAC)  | 4  | FIS034(D) e FIS031(N) |

- MTE227 - FUNDAMENTOS E METODOLOGIA DO ENS. DE C.F (Grupo 2) OP Geral
- Para alunos do Noturno, o pré-requisito de FIS036 - Mecânica II pode ser FIS034 - Mecânica I ou FIS031 - Mecânica Fundamental.

## 5. COORDENAÇÃO DIDÁTICA DO CURSO

A coordenação didática do curso de Física será feita por um Colegiado, constituído pelo Coordenador, Subcoordenador, cinco docentes – três do Departamento de Física, um do Departamento de Matemática e um da Faculdade de Educação – e dois discentes.

O Coordenador e do Subcoordenador são eleitos pelo Colegiado dentre os membros do corpo docente do Departamento de Física; os representantes do Departamento de Física e do Departamento de Matemática e seus suplentes são indicados pela Chefias desses Departamentos; o representante da Faculdade de Educação e seu suplente são indicados pela Faculdade de Educação; os representantes discentes e seus suplentes são indicados pelo Diretório Acadêmico da Física.

São atribuições desse Colegiado:

- I. eleger, dentre os membros do corpo docente do Departamento de Física, por maioria absoluta, o seu Coordenador e Subcoordenador;
- II. orientar e coordenar as atividades do curso;
- III. recomendar aos Departamentos a indicação ou substituição de docentes de disciplinas do curso de Física;
- IV. elaborar o currículo do curso, com indicação dos pré-requisitos e dos créditos das disciplinas que o compõem, para aprovação pela Câmara de Graduação da UFMG;
- V. fixar diretrizes para os programas das disciplinas e recomendar sua modificação aos Departamentos;
- VI. decidir as questões referentes à matrícula, dispensa de disciplina e aproveitamento de créditos, bem como trancamento parcial ou total de matrícula;
- VII. estabelecer critérios para reopção, rematrícula e continuidade de estudos;
- VIII. acompanhar as atividades do curso, nos Departamentos ou em outros setores;
- IX. aprovar a oferta de disciplinas do curso;
- X. estabelecer procedimentos que assegurem ao estudante efetiva orientação acadêmica;
- XI. colaborar com a Câmara de Graduação da UFMG, no que for solicitado;
- XII. colaborar com os Departamentos quanto à implementação de medidas necessárias ao incentivo, acompanhamento e avaliação do curso;
- XIII. decidir as questões referentes a representações e recursos que lhe forem dirigidos.

No apêndice C são apresentadas as Resoluções atualmente em vigor que regulamentam as seguintes questões:

- Dispõe sobre regras para matrícula em mais de um semestre.
- Estabelece normas para a distribuição de vagas de reopção e rematrícula e define critérios de classificação.
- Regulamenta a dispensa de atividades acadêmicas, por aproveitamento de estudos.
- Estabelece normas para a solicitação de continuidade de estudos.
- Dispõe sobre o processo de inscrição e aproveitamento de estudos de alunos em intercâmbio.
- Regulamenta o processo de mudança de turno.
- Dispõe sobre regras para trancamento parcial de matrícula.

Além do Colegiado, há também o Núcleo Docente Estruturante (NDE) com as atribuições de:

- I. acompanhar o desenvolvimento do Projeto Pedagógico do curso;
- II. contribuir para a consolidação do perfil profissional do egresso;
- III. zelar pela execução do currículo;
- IV. indicar formas de articulação entre o ensino de graduação, a extensão, a pesquisa e a pós-graduação.

Esse Núcleo é composto por cinco membros – o Coordenador do Colegiado e outros quatro docentes eleitos pelo plenário desse órgão.

## **6. INFRAESTRUTURA**

### **Introdução**

A seguir, especificaremos as instalações disponíveis para os alunos do Curso de Física da Universidade Federal de Minas Gerais. A unidade sede do curso é o **Instituto de Ciências Exatas - ICEx**, que congrega cinco departamentos – Ciência da Computação, Estatística, Física, Matemática e Química. Os quatro primeiros departamentos, a administração central, as salas de aula e os laboratórios de ensino estão instalados em um prédio com mais de 32 mil m<sup>2</sup> de área interna. Entretanto não se pode dizer de forma alguma que o aluno fique restrito ao prédio da unidade. Na realidade, todo o espaço do Campus Pampulha é utilizado pelos alunos:

- Na Reitoria é feita grande parte da administração dos cursos através da Pró-reitoria de Graduação e do Departamento de Registro e Controle Acadêmico.
- Na Praça de Serviço os estudantes têm acesso a bancos, farmácia, livrarias, restaurante, cantina, lojas, etc.
- Na Biblioteca Central os estudantes têm à sua disposição um enorme acervo de livros e revistas não apenas restrito a suas áreas específicas, mas abrangendo todos os campos do conhecimento.
- No Restaurante Universitário é possível comer bem e com preço subsidiado caso o estudante comprove que seja carente.
- Os espaços das várias Unidades Acadêmicas do Campus estão à disposição dos estudantes de Física. Em especial, eles frequentam as instalações do Instituto de Ciências Biológicas, da Faculdade de Letras, da FAFICH e da Escola de Engenharia, onde frequentam disciplinas optativas e de formação geral que podem vir a integralizar seu currículo, além de terem acesso às suas bibliotecas específicas, seminários de interesse, etc.
- A Faculdade de Educação é um espaço muito especial para os estudantes de licenciatura, pois lá eles completam cerca de 20% de sua carga horária em disciplinas pedagógicas, tendo acesso aos seus laboratórios de ensino e biblioteca.

Além dos espaços físicos, a UFMG Virtual (<https://virtual.ufmg.br>) possibilita ao professor a criação de uma sala de aula virtual, onde poderá colocar conteúdos diversos, desde material de apoio, atividades fora da sala de aula, avisos, fóruns de discussão e de dúvidas, entre outros recursos. O aluno pode acompanhar as atividades do curso pela internet desde qualquer computador. A UFMG Virtual utiliza a plataforma Moodle de aprendizagem de código-aberto projetada para oferecer aos educadores um sistema para criar ambientes de aprendizagem personalizados.

Há também o Centro de Apoio à Educação a Distância (Caed/UFMG) (<https://www.ufmg.br/ead/>) que auxilia os professores a elaborarem conteúdos na modalidade EaD e é um local de consulta no qual o professor vai encontrar informações que o ajudarão a planejar sua disciplina a distância e a desenvolver recursos multimídia para incrementar suas aulas.

Grande parte da administração escolar, incluindo o sistema de matrícula, está inserido em um sistema informatizado – o SIGA – Sistema Acadêmico da Graduação. Esse sistema permite ao estudante realizar consultas sobre os percursos curriculares de seu curso, além de verificar como está sua vida acadêmica.

Paralelo a esse sistema, a Pró-reitoria de Graduação implantou e mantém um questionário de avaliação dos professores pelos discentes. Essa avaliação é utilizada pelos Departamentos na avaliação dos docentes, em especial nas progressões e promoções previstas na carreira acadêmica.



Os alunos também têm acesso à rede sem fio (rede wi-fi) da UFMG em todo o campus e, em particular, no ICEX, facilitando acesso à internet desde celulares, tablets e notebooks.

### **Integração com políticas de acessibilidade**

As ações pedagógicas desenvolvidas no Curso de Graduação em Física, destinadas ao público com deficiência, orientam-se pelo disposto na Lei 13146/2015 e legislações correlatas, estando voltadas para a superação das barreiras atitudinais e de comunicação – garantindo, assim, o acesso à informação. Outrossim, observa também as disposições da Lei N° 12.764, de 27 de dezembro de 2012 no que tange à Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista. Para tanto, conta com o apoio do Núcleo de Acessibilidade e Inclusão (NAI) da UFMG e dos órgãos que o integram: Centro de Apoio ao Deficiente Visual (CADV) e Núcleo de Comunicação e Acessibilidade (NCA).

O NAI foi criado com a proposta de “oferecer ações e políticas voltadas para a inclusão de pessoas com deficiência, de maneira a eliminar ou reduzir as barreiras atitudinais, pedagógicas, arquitetônicas, de comunicação e de acesso à informação no contexto universitário” (PROGRAD, 2015a).

O Centro de Apoio ao Deficiente Visual (CADV), oferece suporte acadêmico para o percurso universitário dos alunos com deficiência visual, incluindo assessoria de natureza didático-pedagógica e de recursos tecnológicos. O Centro funciona na Biblioteca Professor Luiz Antônio Paixão, da FAFICH, oferecendo serviço de informação especial tanto para alunos com deficiência (proporcionando-lhes acesso à literatura básica das disciplinas, com acervos de textos gravados, digitais e em braille) quanto para docentes, que podem solicitar auxílio na condução dos trabalhos com alunos, de acordo com suas respectivas necessidades. O Centro dispõe de microcomputadores com acesso à Internet, impressora Braille, lupa eletrônica, além dos softwares JAWS, DOSVOX, AUDACITY, Braille Fácil e ABBYY FINEREADER, associado ao scanner, para digitalizar textos.

O Núcleo de Comunicação e Acessibilidade (NCA), que também se encontra integrado ao NAI, desenvolve as seguintes ações: produção de áudio visual acessível em desenho universal com acessibilidade comunicacional para surdos e cegos; produção de legendas para deficientes auditivos não usuários de Libras; Libras para usuários surdos; áudios para cegos e comunidade em geral; audiodescrição para cegos e pessoas com baixa visão; e atividades articuladas em parceria com a TV UFMG. Além dessas atividades, o NCA torna acessíveis, em Libras, os eventos da universidade (palestras, seminários, bancas de dissertação e tese, TCCs, etc.), contribui para a criação de produtos de divulgação para eventos e comunicação acessível, divulga eventos para as comunidades surda e cega, e faz trabalhos em redes sociais, produzindo conteúdos e divulgando questões ligadas à acessibilidade e inclusão.

Atendimentos relacionados a situações de saúde comprometedoras do processo de aprendizagem e socialização são avaliados, em sua particularidade, pelo NAI, sendo as orientações específicas repassadas ao Colegiado de Curso.

Por fim, destaca-se, na estrutura curricular do Curso de Graduação em Física (em atenção ao disposto no Decreto 5626/2005) a oferta regular da disciplina Fundamentos de Libras para integralização da carga horária optativa no Bacharelado e como obrigatória na Licenciatura.

As instalações físicas disponibilizadas ao Curso de Física, no Instituto de Ciências Exatas, nos Centros de Atividades Didáticas e na Faculdade de Educação garantem boas condições de acessibilidade – estrutura essa que se encontra em contínua avaliação e aperfeiçoamento.

### **Salas de aula**

O Centro de Atividades Didáticas de Ciências Exatas (CAD 3) começará a funcionar no 1º semestre de 2018. Junto com os CADs de Ciências Humanas e de Ciências Naturais, já em funcionamento, esse prédio faz parte da implantação do Programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais – REUNI na UFMG. O CAD 3 é composto de dois prédios com área aproximada de 10,6 mil metros quadrados, que vão abrigar 24 salas de aulas, 8 auditórios didáticos, com 150 lugares cada, e 1 laboratório multidisciplinar e abrigará todas as aulas das disciplinas teóricas básicas do ICEX.

As disciplinas teóricas específicas do curso de Física continuarão a ser ministradas em salas de aula do ICEX. O prédio desse Instituto passará por grande reformulação mas manterá 14 salas de aula localizadas no 1º andar do prédio e dois auditórios com 144 lugares para atender as disciplinas de seus oito cursos.

Todas essas salas de aula e auditórios, tanto no ICEX, quanto nos CAD's, contam com um projetor multimídia.

Desde 2012, um professor do Departamento de Física – prof. Elmo S. Alves – vem atuando na difusão e divulgação de métodos de ensino de aprendizagem ativa, em particular, o de Instrução por Colegas ('Peer Instruction'), no qual, comprovadamente, se obtém níveis de aprendizado e de retenção de conhecimento pelo menos 30% acima dos obtidos com métodos tradicionais de ensino. Devido aos bons resultados obtidos, atualmente vários outros professores desse Departamento também utilizam esse método. Para promover e facilitar o uso dessa metodologia no Brasil, esse professor e a estudante Juliana Buére desenvolveram uma plataforma web ([meliora.ufmg.br](http://meliora.ufmg.br)) para permitir a um professor, durante as aulas, submeter questões para os alunos, que, por sua vez, usam telefones celular, tablets ou notebooks para responde-las. Em tempo real, o professor recebe as respostas com análises estatísticas, que são usadas para determinar o rumo e o ritmo da aula, bem como para saber os temas que os alunos têm maior dificuldade e que requerem mais atenção do professor. Esse método promove o engajamento de cada estudante no seu aprendizado e no dos colegas e leva-o a assumir uma atitude proativa durante as aulas, ao contrário da usual passividade observadas nas aulas expositivas tradicionais.

### **Laboratórios de Física Experimental Básica**

Os dez laboratórios de Física Experimental Básica são utilizados em quatro disciplinas (total de 120 horas-aula) pelos alunos dos cursos de Física e de vários outros cursos – Computação, Matemática, Química, Geologia e 11 cursos de Engenharia. Essas disciplinas abrangem todo o conteúdo de Física Clássica distribuídos em Mecânica, Termodinâmica, Eletromagnetismo, e Ondas e Ótica. Os laboratórios possuem entre 4 e 6 computadores que são utilizados para aquisição e tratamento de dados. Vários experimentos se encontram automatizados através do interfaceamento de sensores com computadores, proporcionando aos estudantes contato com técnicas modernas de aquisição de dados. No geral, a instrumentação é relativamente moderna envolvendo, osciloscópios, multímetros digitais, geradores de sinal, cronômetros, etc. A área média destes laboratórios é de 90 m<sup>2</sup>. Cada turma é dividida em grupos de 2 alunos.

- a) **Física Experimental Básica: Mecânica.** Práticas realizadas: Movimento retilíneo com aceleração constante, Movimento de um projétil, Forças impulsivas, Movimentos combinados de translação e rotação, Determinação do momento de inércia e Movimento harmônico simples.
- b) **Física Experimental Básica: Termodinâmica.** Práticas realizadas: Determinação do calor específico do alumínio, Determinação da capacidade térmica de um calorímetro, Gases Ideais, Calibração de um termopar, Calor específico de um gás (Método de Rűchhardt para medida de  $\gamma$ ), e Tensão superficial.

- c) **Física Experimental Básica: Eletromagnetismo.** Práticas realizadas: Análise de circuitos elétricos - Regras de Kirchhoff, Campo magnético da Terra, Circuito RC, Campo magnético no centro de uma bobina, Lei de indução de Faraday, e Diodo semiconductor.
- d) **Física Experimental Básica: Ondas e Ótica.** Práticas realizadas: Ondas estacionárias em uma corda, Lentes e espelhos, Interferômetro de Michelson, Refração e reflexão da luz, Interferência e difração da luz, e Polarização da luz.

### **Laboratórios de Física Experimental**

Estes três laboratórios (área total de 380m<sup>2</sup>) são utilizados pelos alunos do curso de Física nas disciplinas Física Experimental: Eletromagnetismo; Oscilações, Ondas e Ótica; e Física Moderna, num total de 180 horas-aula. Estas disciplinas, exclusivas para o curso de Física e obrigatórias para o Bacharelado e a Licenciatura, têm um nível de conteúdo mais elevado que as de Física Experimental Básica.

São equipados com computadores conectados em rede, interfaces para aquisição de dados e impressoras, possibilitando aos alunos a continuidade da convivência com processos modernos de aquisição e tratamento de dados iniciados nos laboratórios básicos, além de experimentos mais elaborados que envolvem medidas precisas de grandezas físicas como a velocidade da luz, a carga do elétron, a constante de Planck e a razão carga/massa do elétron.

#### **a) Física Experimental: Eletromagnetismo - Experimentos relacionados a fenômenos eletromagnéticos**

São realizadas as seguintes práticas: Utilização de osciloscópio para medidas de sinais periódicos; Cálculo e medidas de valores médios e eficazes de sinais; Circuitos de corrente alternada: RC, RL e RLC; Filtros passivos e circuitos ressonantes; Pontes retificadoras e fontes DC; Diodos semicondutores e transistores; Histerese magnética; Efeito Hall; Determinação da razão carga/massa do elétron.

Este laboratório contém os seguintes equipamentos utilizados pelos alunos: 2 montagens para determinação carga/massa do elétron; montagem para histerese magnética; equipamento de efeito Hall; e 2 sistemas de aquisição IxV (Diodos Semicondutores).

Além de contar com: 12 osciloscópios (sendo 8 analógicos e 4 digitais); 10 geradores de áudio frequência e 1 de rádio frequência; fontes de tensão DC regulável; diversos equipamentos de medida (como multímetros, frequencímetros, gaussímetro, etc.); e diversos componentes eletrônicos (resistores, indutores, capacitores, cabos, diodos, transistores, amplificadores operacionais, etc.)

#### **b) Física Experimental: Oscilações, Ondas e Ótica - Experimentos relacionados a fenômenos de oscilações, ondas e ótica**

São realizadas as seguintes práticas: Modos Normais de Vibração, Osciladores não Lineares, Análise Fourier do Som, Micro-ondas, Difração e Interferência, Dispersão em Prisma, Leis de Fresnel para Reflexão, Birrefringência, Atividade Ótica e Medida da Velocidade da Luz

Este laboratório contém os seguintes equipamentos utilizados pelos alunos: gerador de micro-ondas (10.1Gz), detector de micro-ondas; sistema para medição da velocidade da luz; sensores de movimento, lasers de He-Ne e do estado sólido, espectroscópio; sistemas de medida e aquisição de intensidade de luz; e refratômetro de Abbe.

Além de contar com: balanças de precisão, goniômetros, osciloscópios, trilhos anti-atrito, montagens de pêndulos acoplados, molas, instrumentos (flautas) para ondas acústicas estacionárias, fibras óticas, polarizadores, placas de  $\frac{1}{2}$  e  $\frac{1}{4}$  de onda, lentes, prismas, redes de difração, fendas, etc.

### **c) Física Experimental: Física Moderna - Experimentos relacionados aos conteúdos de física moderna**

São realizadas as seguintes práticas: Níveis Atômicos, Radiação de corpo negro: a lei de Stefan-Boltzmann, Experimento de Franck-Hertz, O efeito fotoelétrico, Espectroscopia no visível, Centros F em haletos alcalinos, Resistividade elétrica em metais e semicondutores, Ressonância magnética nuclear, Radioatividade natural e Raios-X.

Este laboratório contém os seguintes equipamentos utilizados pelos alunos: equipamento para efeito-fotoelétrico (fotodiodo, rede de difração), espectrofotômetro (CARY) de absorção, montagem Franck-Hertz (válvula eletrônica c/ mercúrio, fontes, etc.), montagem de Stefan-Boltzmann (termopilha, milivoltímetro, fonte DC regulável, voltímetro), montagem de ressonância magnética nuclear (eletroímã, gerador de RF, lock-in, osciloscópio), contador Geiger-Müller e amostras de material radioativo, equipamento Leybold de geração de raios-X com goniômetro para experimento de difração.

Além de contar com: sistemas de prototipagem eletrônica (<https://www.arduino.cc>), multímetro de precisão (marca Agilent), diversos tubos/lâmpadas de descarga em gás (mercúrio, hidrogênio, neônio, etc.) e balanças eletrônicas.

#### **Física Experimental Avançada**

Consiste na realização de experimentos em laboratórios de pesquisa. Em geral, ao longo do semestre letivo, são realizados 8 experimentos entre os experimentos abaixo em laboratórios de pesquisa diferentes/distintos: Raios X e Difração em Cristais, Efeito Moessbauer, Difração de Elétrons de Baixa Energia, Espectroscopia de Fotoelétrons e Espectroscopia Auger, Microscopia Eletrônica, Microscopia de Varredura por Sonda (AFM, STM), Espectroscopia Raman, Correlação de Fótons, Magnetometria de Amostra Vibrante e/ou Magnetometria Kerr, Ressonância Paramagnética Eletrônica, Espectroscopia de Infravermelho, Propriedades óticas de polímeros, Efeito Hall Quântico.

#### **Laboratório de Recursos Didáticos para o Ensino de Física**

O laboratório é composto por uma sala de aula e uma sala para montagem e desenvolvimentos de experimentos para uso didático (com cerca de 250 m<sup>2</sup> no total) onde são ministradas 4 disciplinas de Recursos Didáticos oferecidas pelo Departamento de Física, com 60h cada uma, obrigatórias apenas ao Curso de Licenciatura. As disciplinas envolvem a preparação e apresentação de aulas em nível de ensino médio dos conteúdos de: Mecânica, Fluidos e Física Térmica; Eletromagnetismo; Ondas, Ótica e Física Moderna; e Astronomia. Neles os futuros professores começam a conviver com o processo "como ensinar Física". A instrumentação básica é relativamente simples, já que as disciplinas procuram passar para os alunos métodos e técnicas que, em princípio, eles poderão utilizar nas escolas de ensino fundamental e médio. O laboratório possui computador ligado em rede e interface para aquisição de dados, projetor e instrumentos para o desenvolvimento de experimentos pelos alunos, demonstrações, softwares interativos, simulações e vídeos. São realizados pelos estudantes aulas práticas demonstrativas com a utilização e análise desses recursos.

Para a disciplina Recursos Didáticos: Astronomia, além de softwares específicos para o ensino desse tópico, contamos com telescópios que serão utilizados no treinamento dos estudantes: um telescópio Schmidt Cassegrain de 35 cm da marca Celestron equipado com câmera CCD e que possui uma montagem totalmente automatizada; e um telescópio Coronado SolarMax II da empresa Meade de 60 mm de diâmetro com filtro em H-alfa para observações do Sol. Também faz parte do departamento de física o Observatório Astronômico Frei Rosário (<http://www.observatorio.ufmg.br>)

que possui um telescópio fixo de 60 cm e está localizado na Serra da Piedade no município de Caeté (Minas Gerais) a 50 km do campus da UFMG.

### **Sala de Demonstrações**

A sala de demonstrações de Física (300 m<sup>2</sup>), tem como objeto principal assessorar os professores de aulas teóricas na exposição dos conteúdos de Física. Inspirada nas salas semelhantes das melhores universidades do mundo, em especial, as de Harvard, Berkeley e do MIT, em 1999 foi criada a Sala de Demonstrações de Física (SDF) da UFMG, com um objetivo inicial semelhante ao do dessas instalações: criar uma estrutura para facilitar e estimular o uso de demonstrações de física pelos professores da UFMG durante suas aulas. A SDF é coordenada, desde a sua criação, pelo professor Elmo Salomão Alves, do departamento de física. O acervo da SDF está divulgado no sítio [demonstracoes.fisica.ufmg.br](http://demonstracoes.fisica.ufmg.br). Nesse sítio, um professor seleciona as demonstrações que deseja e envia o seu pedido, que é imediatamente recebido pela equipe de estudantes na SDF. Essa equipe prepara as demonstrações na sala de aula indicada pelo professor e as recolhe após a aula. Atualmente, são mais de 300 demonstrações distribuídas nas áreas: mecânica, mecânica dos fluidos, oscilações e ondas, termodinâmica, eletricidade e magnetismo, ótica, e física moderna. As demonstrações são classificadas utilizando-se o esquema do Physics Instructional Resource Association (PIRA), utilizado pela maioria das universidades americanas e de alguns outros países. Em média, são solicitadas 250 demonstrações por semestre pelos professores do departamento de física. A equipe de estudantes da SDF é composta de 15 alunos em média, na maioria, estudantes de graduação em física, tanto do bacharelado como da licenciatura. A equipe da SDF, além de trabalhar na manutenção dos equipamentos, está envolvida no desenvolvimento de novos equipamentos, como: microscópio de força atômica, perfilômetro ótico, acelerômetro de alta sensibilidade, fresadora CNC, espectrômetro para a faixa do visível e infravermelho próximo.

### **Laboratórios de Informática**

O ICEx possui 07 laboratórios de informática. Estes laboratórios são utilizados de duas formas: para ministrar aulas não só de informática, mas de qualquer outra disciplina caso seja do interesse do professor; duas salas com computadores à disposição dos alunos para realização de trabalhos, uso de Internet e correio eletrônico. Estes laboratórios estão equipados com um total de cerca de 100 computadores conectados em rede, com periféricos (teclados, mouse, monitores e kits multimídia), de configurações variadas, além de servidoras de rede, roteadores e impressoras. Os softwares instalados também são variados, dependendo da configuração do computador e alguns softwares específicos para as áreas de exatas, incluindo física, também estão instalados. Além disto, estes laboratórios contam ainda com projetores multimídia.

### **Salas de monitoria**

O Departamento de Física tem uma sala de monitoria, com 21 m<sup>2</sup>, que atende todos os alunos das disciplinas teóricas básicas. As disciplinas experimentais também têm monitores que auxiliam os professores na montagem dos experimentos e na manutenção dos laboratórios.

### **Sala de estudos**

Esta sala (cerca de 90 m<sup>2</sup>) é um espaço livre para estudo dos estudantes onde o ambiente com mesas, cadeira e quadro se torna apropriado para a realização de trabalhos individuais e coletivos como vários outros ofertados nas praças e bibliotecas do Campus.

## **Diretório acadêmico**

O DA da Física possui uma sala dedicada à recreação e confraternização, ficando localizada no segundo andar do prédio do ICEx na sala 2039, próximo à cantina. Os alunos contam também com o DA-ICEx, representante de todos os alunos do ICEx, na sala 1035.

## **Bibliotecas**

O sistema de bibliotecas da UFMG é composto por um órgão suplementar ligado diretamente à Reitoria, a Biblioteca Universitária (BU), que é composto de uma Biblioteca Central (BC) e por 28 bibliotecas setoriais. O conjunto todo é ligado em rede de computadores permitindo que os alunos tenham acesso ao acervo de todo o conjunto. Por sua vez a BU está conectada, via Internet, a várias redes e bancos de dados nacionais e internacionais, como o PROSSIGA, COMUT ON-LINE, ANTARES, SCIELO e Web of Science.

Ao se matricular no curso de Física da UFMG, o estudante ganha acesso imediato via rede à todos os serviços e facilidades oferecidos pela BU, através do Catálogo On-line (<https://catalogobiblioteca.ufmg.br>), como pesquisa de autores e assuntos, empréstimo domiciliar, empréstimo entre bibliotecas, comutação bibliográfica (nacional e internacional), acesso a base de dados e vários outros.

A melhor maneira de conhecer o sistema em toda a sua amplitude é visitando a página [www.bu.ufmg.br](http://www.bu.ufmg.br). Nesse documento resumimos apenas alguns dados sobre as bibliotecas setoriais Central, do Instituto de Ciências Exatas e do Departamento de Física.

### **Biblioteca Central (BC)**

É utilizada principalmente pelos estudantes da graduação, em especial nos dois primeiros anos do curso e conta com um acervo na área de Exatas de cerca de 12.000 títulos e 24.000 exemplares. Os títulos mais utilizados possuem dezenas de exemplares. Sua área física total é de ~ 5950 m<sup>2</sup>, e conta com: um salão de estudo em grupo (~2830 m<sup>2</sup>), 7 cabines de estudo individuais, 14 cabines de estudo em grupo, além de centenas de mesas, dezenas de microcomputadores, máquinas de reprografia, scanners, leitoras de códigos de barras e impressoras.

### ***Biblioteca do ICEx***

É utilizada como fonte de consulta suplementar nas áreas de Matemática, Computação e Estatística, tem uma área total de 460 m<sup>2</sup> e um acervo de 14.000 livros e 390 títulos de periódicos.

Finalmente, deve ser observado que, pelas suas características de formação, o estudante dos cursos de Física frequentemente necessita consultar as demais bibliotecas setoriais (química, biologia, humanas, etc.) o que lhe é facilitado pelo sistema integrado de acesso a todas as bibliotecas da Universidade, através do Catálogo On-line (<https://catalogobiblioteca.ufmg.br>).

### ***Biblioteca do Departamento de Física***

É uma biblioteca com acervo voltado à pós-graduação em física, mas também utilizada com frequência pelos estudantes de graduação, em geral, a partir do 5o semestre. O acervo impresso (entre livros, dissertações e teses) era de cerca de 6730 títulos (8630 exemplares) em 2014 e aumenta a cada ano. A biblioteca é coordenada por um professor do departamento, que é o responsável por projetos de expansão do acervo. A equipe de trabalho consiste em duas bibliotecárias e uma assistente em administração. Sua área física total é de 305 m<sup>2</sup>, onde também há espaço para consulta local e estudo constantemente utilizado pelos alunos de graduação.

Os usuários (incluindo os alunos da graduação) também têm acesso ao acervo eletrônico com cerca de 37.000 títulos de periódicos através do Portal Capes.

## **Laboratórios de Pesquisa**

Os laboratórios de pesquisa do Departamento de Física podem ser, sem qualquer dúvida, considerados como espaço integrante na formação dos estudantes dos cursos de Física, em especial os estudantes de bacharelado, que dificilmente chegam ao final do curso sem passar pelo processo de Iniciação Científica; além dos que fizeram a disciplina optativa Física Experimental Avançada. Neste processo, acompanhados pelos orientadores, eles utilizam amplamente todos os recursos experimentais e computacionais da enorme infraestrutura dos grupos de pesquisa do Departamento de Física. Esta infraestrutura ocupa uma área de mais de 2500 m<sup>2</sup> distribuída entre laboratórios, salas para computadores, laboratórios de oficinas de apoio e biblioteca. A seguir listamos alguns dos laboratórios pertencentes aos diversos grupos de pesquisa do Departamento de Física da UFMG:

[Astrofísica](#)

[Cristalografia](#)

Emaranhamento e Propriedades Quânticas da Luz

Estrutura Eletrônica

Espectroscopia Hiperfina

[Física de Superfícies](#)

[Física Estatística](#)

[Física Estatística Experimental](#)

Física Matemática

[Laboratório de Biofotônica](#)

[Laboratório de Fotônica](#)

Laboratório de Sistemas Computacionais

[Laboratório de Átomos e Moléculas Especiais](#)

[Laboratório de Nano-Espectroscopia](#)

[Laboratório de Nanomateriais](#)

[Laboratório de Ressonância Magnética](#)

[Laboratório de Simulação](#)

[Laboratório de Ótica Quântica](#)

[Teoria Quântica dos Campos](#)

[Sistemas Complexos e Mecânica Estatística](#)

[Sistemas Quânticos Complexos](#)

## **ANEXO A – EMENTAS DAS DISCIPLINAS**

### **MATEMÁTICA**

#### **MAT038 Geometria Analítica e Álgebra Linear**

Álgebra vetorial. Retas e planos. Matrizes, sistemas lineares e determinantes. Espaço vetorial  $\mathbb{R}^n$ . Autovalores e autovetores de matrizes. Diagonalização de matrizes simétricas.  
(04 créditos, 60 horas, OB – Bac e Lic, 1º per., Pré: ---)

#### **MAT001 Cálculo Diferencial e Integral I**

Funções de  $\mathbb{R}$  em  $\mathbb{R}$ . Derivadas. Integrais. Aplicações.  
(06 créditos, 90 horas, OB – Bac e Lic, 1º per., Pré: ---)

#### **MAT039 Cálculo Diferencial e Integral II**

Coordenadas polares. Cônicas. Séries. Série e fórmula de Taylor. Diferenciabilidade de funções de várias variáveis.  
(04 créditos, 60 horas, OB – Bac e Lic, 2º per., Pré: MAT001)

#### **MAT002 Cálculo Diferencial e Integral III**

Integração de função de duas ou mais variáveis. Integrais de linha e de superfície. Teoremas de Gauss e de Stokes.  
(04 créditos, 60 horas, OB – Bac e Lic, 3º per., Pré: MAT039)

#### **MAT015 Equações Diferenciais A**

Equações diferenciais de 1ª e 2ª ordens. Sistemas lineares de equações diferenciais lineares. Solução em séries de potência. Transformada de Laplace.  
(04 créditos, 60 horas, OB – Bac e Lic, 3º per., Pré: MAT039)

#### **MAT016 Equações Diferenciais B**

Séries integrais de Fourier. Equações diferenciais parciais.  
(04 créditos, 60 horas, OB – Bac e OP9 – Lic, 4º per., Pré: MAT015)

#### **FIS618 Métodos da Física Teórica I**

Equações lineares e determinantes. Espaços vetoriais, transformações lineares e matrizes. Autovetores. Produto interno. Operadores autoadjuntos, unitários e normais. Teorema espectral.  
(04 cr, 60 horas, OB – Bac e OP1 - Lic, 5º per., Pré: MAT015)

#### **FIS623 Métodos da Física Teórica II**

Espaços vetoriais de dimensão infinita: integral de Lebesgue, espaços  $L_p$ . Série e transformada de Fourier. Distribuições e funções de Green. Equações diferenciais via método de Frobenius. Funções especiais.  
(04 cr, 60 horas, OP1 - Bac e Lic, 6º per., Pré: FIS618)

#### **MAT118 Variável Complexa**

Números complexos. Topologia de  $\mathbb{C}$ . Funções analíticas, Equações de Cauchy-Riemann. Funções Harmônicas. Integração. Teorema de Cauchy-Goursat. Fórmula integral de Cauchy. Séries de Taylor. Princípio de Máximo. Teorema de Liouville. Singularidades isoladas. Séries de Laurent. Teoremas de resíduos e aplicações.  
(04 cr, 60 horas, OP1 – Bac e Lic, 4º per., Pré: MAT002)

#### **MAT244 Introd. Geometria Diferencial**

Conceito de curvas, curvatura e torção. Teoria de Curvas. Conceito de superfícies, 1ª e 2ª formas fundamentais.  
(04 cr, 60 horas, OP9 - Bac e Lic, 6º per., Pré: MAT002)



**MAT243 Análise I**

(06 cr, 90 horas, OP9 - Bac e Lic, 6º per., Pré: MAT002)

**MAT246 Introd. Equações Diferenciais Ordinárias**

Equações diferenciais de 1ª e 2ª ordens. Equações diferenciais lineares. Sistemas de equações diferenciais. Sistemas lineares com coeficientes constantes. Existência e unicidade de soluções.

(04 cr, 60 horas, OP9 - Bac e Lic, 6º per., Pré: MAT016)

**MAT247 Introd. Equações Diferenciais Parciais**

(04 cr, 60 horas, OP9 - Bac e Lic, 6º per., Pré: MAT016)

**MAT245 Análise II**

(04 cr, 60 horas, OP9 - Bac e Lic, 6º per., Pré: MAT243)

**MAT213 Álgebra linear II**

(04 cr, 60 horas, OP7 - Bac e Lic, 6º per., Pré: MAT243)

**MAT233 Anéis e módulos**

(04 cr, 60 horas, OP7 - Bac e Lic, 6º per., Pré: MAT243)

**MAT234 Introdução a topologia**

(04 cr, 60 horas, OP7 - Bac e Lic, 6º per., Pré: MAT243)

**MAT232 Grupos e corpos**

(04 cr, 60 horas, OP7 - Bac e Lic, 6º per., Pré: MAT243)

**COMPUTAÇÃO****DCC208 Introdução à Programação de Computadores**

Metodologia de desenvolvimento de programas. Programação em Linguagem de Alto-Nível. Comandos Básicos. Modularização. Estruturas de dados. Bibliotecas científicas.

(04 cr, 60 horas, OB – Bac e Lic, 1º per., Pré: ---)

**FIS616 Introdução à Computação em Física**

Programas gráficos. Tratamento e visualização de dados. Mínimos quadrados, interpolação e extrapolação. Solução de sistemas algébricos lineares. Integração numérica.

(04 cr, 60 horas, OB – Bac e Lic, 2º per., Pré: DCC208 e MAT001)

**FIS633 Métodos Computacionais em Física**

Processamento de sinais, Simulação Monte Carlo, Algoritmos Genéticos, Diferenças Finitas, Dinâmica Molecular.

(04 cr, 60 horas, OP1 – Bac e Lic, 4º per., Pré: FIS616 e MAT016)

**FIS652 Métodos Computacionais no Ensino de Física**

Linguagens de simulação interativas, modelos numéricos, formatos de imagem e vídeo, edição de imagem e vídeo.

(04 cr, 60 horas, OP9 – Bac e OP1 – Lic, 4º per., Pré: FIS616)

**DCC203 - Programação e Desenvolvimento de Software 1**

Introdução ao funcionamento de um computador e ao desenvolvimento de programas. Desenvolvimento de programas em uma linguagem de alto nível. Tipos de dados simples, apontadores, variáveis compostas homogêneas e heterogêneas. Entrada e saída. Estruturas de controle e repetição. Funções e ferramentas de modularização.

(04 cr, 60 horas, OP – Bac e Lic, 2º per., Pré: ---)

## **DCC204 - Programação e Desenvolvimento de Software 2**

Programação estruturada e linguagem de programação modular. Metodologias de desenvolvimento de software. Compreensão, correção e depuração de programas. Resolução de problemas de forma modular e eficiente.

(04 cr, 60 horas, OP – Bac e Lic, 3º per., Pré: DCC203)

## **DCC205 – Estrutura de Dados**

Análise de algoritmos. Abstração de dados. Introdução às técnicas de análise de algoritmos.

Estruturas de dados estáticas e dinâmicas na memória principal e secundária. Estruturas de dados para realização eficiente de operações sobre dados.

(04 cr, 60 horas, OP – Bac e Lic, 2º per., Pré: DCC204)

## **ESTATÍSTICA**

### **EST031 ESTATÍSTICA E PROBABILIDADE**

(04 cr, 60 horas, OP9 – Bac e Lic, 2º per., Pré: MAT001)

## **FÍSICA BÁSICA**

### **FIS065 Fundamentos de Mecânica**

Cinemática da partícula. Força e leis de Newton. Dinâmica da partícula. Trabalho e energia. Conservação de energia. Sistemas de partículas. Conservação do momento linear. Colisões. Cinemática rotacional. Dinâmica de rotação. Torque e equilíbrio de corpos rígidos. Conservação do momento angular. Gravitação.

(04 cr, 60 horas, OB – Bac e Lic, 1º per., Pré: ---)

### **FIS152 Fundamentos de Mecânica dos Fluidos e Termodinâmica**

Estática e dinâmica dos fluidos. Equação de Bernoulli. Temperatura e dilatação. Modelo cinético do gás ideal. Calor e a primeira lei da termodinâmica. Entropia e a segunda lei da termodinâmica.

(02 cr, 30 horas, OB – Bac e Lic, 2º per., Pré: FIS065 e MAT001)

### **FIS069 Fundamentos de Eletromagnetismo**

Carga elétrica, campo elétrico e a lei de Gauss. Potencial elétrico, capacitores e dielétricos. Corrente e resistência elétricas. Campo magnético e lei de Ampère. Lei de Faraday e indutância. Equações de Maxwell.

(04 cr, 60 horas, OB – Bac e Lic, 3º per., Pré: FIS065; Có: MAT002)

### **FIS086 Fundamentos de Oscilações, Ondas e Ótica**

Oscilações mecânicas. Circuitos elétricos de corrente alternada. Ondas Mecânicas. Som. Ondas Eletromagnéticas. Polarização e birrefringência. Interferência e difração da luz.

(04 cr, 60 horas, OB – Bac e Lic, 4º per., Pré: FIS069 e MAT015 no Diurno; apenas FIS069 no Noturno)

### **FIS091 Fundamentos da Relatividade**

Postulados da relatividade especial; Transformações de Lorentz; Cinemática e dinâmica relativística; Noções de Relatividade Geral.

(02 cr, 30 horas, OB – Bac e Lic, 4º per., Pré: FIS069)

## **FÍSICA EXPERIMENTAL BÁSICA**

### **FIS151 Física Experimental Básica: Mecânica**

Obtenção, tratamento e análise de dados obtidos em experimentos de mecânica. Utilização de aparelhos de medida. Apresentação de resultados.

(02 créditos, 30 horas, OB – Bac e Lic, 2º per., Có: FIS065)

**FIS154 Física Experimental Básica: Termodinâmica**

Obtenção, tratamento e análise de dados obtidos em experimentos de calor e termodinâmica. Elaboração de relatórios científicos completos.  
(02 créditos, 30 horas, OB – Bac e Lic, 3º per., Pré: FIS151 e FIS065, Cód: FIS152)

**FIS153 Física Experimental Básica: Eletromagnetismo**

Obtenção, tratamento e análise de dados obtidos em experimentos de eletromagnetismo. Elaboração de relatórios científicos completos.  
(02 créditos, 30 horas, OB – Bac e Lic, 3º per., Pré: FIS151 e FIS065, Cód: FIS069)

**FIS155 Física Experimental Básica: Ondas e Ótica**

Obtenção, tratamento e análise de dados obtidos em experimentos de oscilações, ondas e ótica. Elaboração de relatórios científicos completos.  
(02 créditos, 30 horas, OB – Bac e Lic, 4º per., Pré: FIS151 e FIS069, Cód: FIS086)

**FÍSICA EXPERIMENTAL PROFISSIONAL****FIS617 Física Experimental: Eletromagnetismo**

Experimentos relacionados a fenômenos eletromagnéticos.  
(04 cr, 60 horas, OB – Bac e Lic, 5º per., Pré: FIS086 e FIS155)

**FIS621 Física Experimental: Oscilações, Ondas e Ótica**

Experimentos relacionados a fenômenos de oscilações, ondas e ótica. Apresentação de seminário sobre um artigo científico experimental.  
(04 cr, 60 horas, OB – Bac e Lic, 6º per., Pré: FIS086 e FIS155)

**FIS627 Física Experimental: Física Moderna**

Experimentos relacionados aos conteúdos de física moderna. Realização de um projeto experimental com apresentação de seminário.  
(04 cr, 60 horas, OB – Bac e Lic, 7º per., Pré: FIS617 ou FIS621 e FIS073)

**FIS040 Física Experimental Avançada**

Realização de experimentos em laboratórios de pesquisa.  
(06 cr, 90 horas, OP1 – Bac e Lic, 8º per., Pré: FIS627)

**FIS632 Tópico de Eletrônica Aplicada à Física**

Ementa aberta abordando temas de eletrônica e sua aplicação na física.  
(04 cr, 60 horas, OP1 – Bac e Lic, 6º per., Pré: FIS617)

**FÍSICA TEÓRICA****FIS034 Mecânica I**

Mecânica Newtoniana: movimento em uma dimensão. Oscilações. Movimento Geral em três dimensões. Referenciais não inerciais. Forças Centrais e Gravitação. Dinâmica de Sistema de Partículas.  
(04 cr, 60 horas, OB – Bac e Lic, 4º per., Pré: FIS065 e MAT015)

**FIS036 Mecânica II**

Mecânica Lagrangeana e Hamiltoniana. Aplicações: Mecânica de Corpos Rígidos, Oscilações Acopladas, Sistemas contínuos.  
(04 cr, 60 horas, OB – Bac e OP1 – Lic, 5º per., Pré: FIS034 (D) ou FIS031 (N))

**FIS031 Mecânica Fundamental**

Mecânica Newtoniana - Movimento Retilíneo de uma Partícula. Movimento Geral em Três Dimensões. Dinâmica de Sistema de Partículas. Mecânica de Corpos Rígidos, Movimento no Plano. (04 cr, 60 horas, OB – LicN, 5º per., Pré: FIS065 e MAT039)

**FIS Mecânica Analítica (Pós) : entrará como - FIS638 - TÓPICOS AVANÇADOS DE FÍSICA**

Princípios variacionais e Equações de Lagrange. Forças centrais. Pequenas Oscilações. Equações de movimento dos corpos rígidos. Equações de Hamilton. Transformações canônicas. Teoria de Hamilton-Jacobi. Variação da ação-ângulo. Sistemas Contínuos.

(04 cr, 60 horas, OPAv – Bac, 8º per., Pré: FIS036)

**FIS073 Introdução à Física Quântica**

Quantização da carga, luz e energia. Modelos atômicos. Propriedades ondulatórias das partículas. Equação de Schrödinger. Átomo de hidrogênio.

(04 créditos, 60 horas, OB – Bac e Lic, 5º per., Pré: FIS086)

**FIS622 Estrutura da Matéria**

Estatística quântica. Moléculas. Sólidos. Física nuclear. Física de partículas. Cosmologia.

(04 créditos, 60 horas, OB – Bac e Lic, 6º per., Pré: FIS073)

**FIS120 Física Quântica I**

Formalismo e postulados da mecânica quântica. Spin  $\frac{1}{2}$  e sistemas de 2 níveis. Oscilador harmônico. Momento angular. Potencial central e átomo de hidrogênio.

(04 créditos, 60 horas, OB – Bac e OP1 – Lic, 6º per., Pré: FIS073 e FIS618)

**FIS631 Física Atômica e Molecular**

Interação elétron-núcleo; Interação elétron-elétron; Interação de átomos e moléculas com campos elétricos e magnéticos; Interação átomo-átomo; Ligações moleculares: iônica, covalente e van der Waals; Teoria de Grupos aplicada ao espectro de átomos e moléculas; átomos de Rydberg.

(04 créditos, 60 horas, OP1 – Bac e Lic, 6º per., Pré: FIS073)

**FIS121 Física Quântica II**

Teoria quântica de espalhamento. Adição de momento angular. Teoria de perturbação independente e dependente do tempo. Estruturas fina e hiperfina do átomo de hidrogênio. Sistema de partículas idênticas. Tópicos modernos diversos.

(04 créditos, 60 horas, OP1 – Bac e Lic, 7º per., Pré: FIS120)

**FIS127 Introdução à Física do Estado Sólido**

Estrutura, difração e ligações cristalinas. Rede recíproca. Fônons: vibrações da rede e propriedades térmicas. Gás de Fermi de elétrons livres. Bandas de energia. Cristais semicondutores. Dielétricos e ferroelétricos. Ferromagnetismo. Supercondutividade.

(04 créditos, 60 horas, OP1 – Bac e Lic, 7º per., Pré: FIS622)

**FIS042 Introdução à Física de Partículas**

Partículas Elementares. Simetrias e Leis de Conservação. Equações de Onda Quânticas Relativísticas. Colisões Relativísticas. Invariância de calibre global e local. O Modelo Padrão da Física de Partículas. Física além do modelo padrão: Teorias Efetivas.

(04 créditos, 60 horas, OP1 – Bac e Lic, 7º per., Pré: FIS622)

**FIS037 Eletromagnetismo I**

Eletrostática. Magnetostática. Campos variáveis no tempo.

(04 cr, 60 horas, OB – Bac e OP1 – Lic, 6º per., Pré: FIS069 e MAT002)

**FIS039 Eletromagnetismo II**

Leis de Conservação. Ondas eletromagnéticas. Potenciais e Campos. Radiação. Eletrodinâmica e Relatividade.

(04 cr, 60 horas, OB – Bac e OP1 – Lic, 7º per., Pré: FIS037)

### **FIS123 Ótica**

Ótica Geométrica. Natureza vetorial da luz. Equação de onda. Polarização. Interferência e Coerência. Interferência de Feixes múltiplos. Difração. Ótica de sólidos. Lasers

(04 cr, 60 horas, OP1 – Bac e Lic, 8º per., Pré: FIS039)

### **FIS628 Termodinâmica e Introdução à Física Estatística**

Termodinâmica: objetivos e postulados; Equação fundamental e equações de estado, aplicações; Teorema do trabalho máximo, Potenciais termodinâmicos; Relações de Maxwell e estabilidade de sistemas termodinâmicos; Mecânica estatística, ensembles e aplicações.

(04 cr, 60 horas, OB – Bac e OP1 – Lic, 7º per., Pré: FIS622)

### **FIS Mecânica Estatística (Pós) : entrará como - FIS638 - TÓPICOS AVANÇADOS DE FÍSICA**

Princípios da física estatística. Grandezas Termodinâmicas. Teorema H de Boltzmann. Estatística de Maxwell-Boltzmann e de Gibbs. Estatística de Bose-Einstein e de Fermi-Dirac. Aplicações à teoria dos sólidos e estatística de fótons.

(04 cr, 60 horas, OPAv - Bac, 8º per., Pré: FIS628)

### **FIS630 Astronomia Observacional**

Medidas da Luz. Sistemas de Coordenadas Astronômicos. Tempo, Posição e Movimento. Telescópios. Detectores. Fotometria. Espectroscopia.

(04 cr, 60 horas, OP1, 5º per., Pré: FIS086)

### **FIS006 Astrofísica Estelar**

Conceitos e Técnicas da Astrofísica. Parâmetros Físicos de Estrelas. Formação, Estrutura e Evolução Estelares.

(04 cr, 60 horas, OP1, 6º per., Pré: FIS073)

### **FIS007 Astrofísica Galáctica**

A Via Láctea. Galáxias. Estrutura do Universo.

(04 cr, 60 horas, OP1, 7º per., Pré: FIS006)

## **FORMAÇÃO GERAL EM FÍSICA**

### **FIS003 Evolução das Ideias da Física**

Filosofia grega da natureza. Ciência alexandrina. Declínio da ciência antiga. Física medieval. Renascença e a revolução científica. Física newtoniana. Física no "século das luzes". Decadência do mecanicismo e nascimento do eletromagnetismo e da termodinâmica. Crise finissecular e nascimento da física contemporânea. Problemas atuais.

(04 créditos, 60 horas, OB, 2º per., Pré-requisito: FIS065)

### **FIS615 Seminários: Física e Sociedade**

Seminários que discutam a relação do físico com a sociedade: questões éticas e ambientais, direitos humanos, diversidade e relações etno-raciais. Palestras de profissionais da área – professores, pesquisadores, físicos da indústria, geofísicos, físicos médicos etc. – com o intuito de mostrar as possíveis áreas de trabalho dos bacharéis e licenciados em Física.

(02 créditos, 30 horas, OB, 1º per., Pré-requisito: ---)

### **FIS004 Astronomia Geral**

Sistema Solar. Estrelas. A Via Láctea. Galáxias. Cosmologia.

(04 cr, 60 horas, OP9 – Bac e OB - Lic, 2º per., Pré: FIS065)

### **FIS620 Física Conceitual A**

Aprofundamento nos conceitos básicos de Física com enfoque de Ensino Médio e contextualização no cotidiano, com aplicações em problemas relacionados ao meio ambiente, nas áreas de: mecânica da partícula e do corpo rígido; propriedades da matéria – sólidos e fluidos; física térmica.

(04 cr, 60 horas, OP9 – Bac e OB - Lic, 4º per., Pré: FIS152)

### **FIS624 Física Conceitual B**

Aprofundamento nos conceitos básicos de Física com enfoque de Ensino Médio e contextualização no cotidiano, com aplicações em problemas relacionados ao meio ambiente, nas áreas de: oscilações e ondas; eletromagnetismo; ótica; física quântica; estrutura atômica e nuclear; teoria da relatividade.

(04 cr, 60 horas, OP9 – Bac e OB - Lic, 5º per., Pré: FIS073 e FIS091)

## **DISCIPLINAS DA FaE/LICENCIATURA**

### **CAE001 Sociologia da Educação**

Estrutura social e educação: reprodução social e transmissão de conhecimento. O impacto das revoluções tecnológicas nos processos civilizatórios: o papel da escola. A relação da escola com a sociedade e com o estado. Análise sociológica do fracasso escolar.

(04 cr, 60 horas, OB/OP – Lic, 2º per., Pré: ---)

### **CAE002 Psicologia da Educação – Aprendizagem e Ensino**

Visão histórica-conceitual da psicologia como ciência e sua contribuição a área educacional. Principais teorias da aprendizagem de base empirista, racionalista e interacionista. Problemas de aprendizagem, interação professor-aluno: dinâmica da sala de aula.

(04 cr, 60 horas, OB – Lic, 2º per., Pré: ---)

### **ADE003 Política Educacional**

Estado e educação. Estado, educação, estrutura social e mecanismo de decisão. Diretrizes e financiamento da educação. A ação do estado brasileiro na trajetória histórica do ensino público e privado.

(04 cr, 60 horas, OB/OP – Lic, 3º per., Pré: ---)

### **LET223 Fundamentos de Libras**

Visão sócio-antropológica da Surdez. Aspectos históricos da Educação de Surdos e da formação da Libras. Relações entre surdos e ouvintes (educador, intérprete e família) e seu reflexo no contexto educacional. Noções básicas da estrutura lingüística da Libras e de sua gramática. Filosofias educacionais aplicadas aos Surdos e sua produção textual. Comunicação Básica em Libras.

(04 cr, 60 horas, OB – Lic, 2º per., Pré: ---)

### **FAE493 Fundamentos da Educação Especial e Inclusiva**

Contexto histórico e político da Educação Especial e da Educação Inclusiva. Fundamentos teóricos e conceituais. O público alvo da educação especial. Intervenções pedagógicas para inclusão escolar.

(04 cr, 60 horas, OB – Lic, 4º per., Pré: ---)

### **ADE066 Gestão Escolar**

Formulação e implementação de políticas locais de educação, do planejamento educacional nos estados e municípios e na administração de sistemas e/ou redes de ensino. Administração de unidades escolares e de interação formativa com crianças, adolescentes e jovens.

(04 cr, 60 horas, OB/OP – Lic, 3º per., Pré: ---)

### **DIT121 Direitos Humanos**

Proteção, promoção e restauração em direitos humanos e cidadania. Direitos de crianças e adolescentes. Direitos étnico-raciais. Direitos de gênero.

(02 cr, 30 horas, OP9 – Bac e Lic, 1º per., Pré: ---)

### **ICB001 Bases Ecológicas para o Desenvolvimento Sustentável**

Conceitos ecológicos fundamentais para os diferentes aspectos do desenvolvimento sustentável. Conscientização de problemas e soluções para a crise ambiental contemporânea.

(02 cr, 30 horas, OP9 – Bac e Lic, 1º per., Pré: ---)

### **MTE227 Fundamentos e Metodologia do Ensino de Ciências Físicas**

Ver com o DMTE

(04 cr, 60 horas, OP – Lic, 5º per., Pré: ---)

## **PRÁTICA DE ENSINO**

### **MTE101 Didática de Licenciatura**

Ver com o ColLicen/FaE.

(04 cr, 60 horas, OB – Lic, 3º per., Pré: ---)

### **FIS619 – Recursos Didáticos: Mecânica, Fluidos e Física Térmica**

Aplicação de conhecimentos específicos de física e abordagens didáticas em situações de ensino dos conteúdos de mecânica, fluidos e termodinâmica a nível de ensino médio. Estratégias de elaboração de aulas teórico-expositivas e elaboração de planos de aula. Instrumentos didáticos para o ensino: experimentos, demonstrações, softwares interativos, simulações, vídeos e resolução de problemas. Realização pelos estudantes de aulas práticas demonstrativas com a utilização e análise desses recursos.

(04 cr, 60 horas, OP9–Bac e OB–Lic, 5º per., Pré: FIS155 e FIS086)

### **FIS625 – Recursos Didáticos: Eletromagnetismo**

Aplicação de conhecimentos específicos de física e abordagens didáticas em situações de ensino dos conteúdos de eletromagnetismo a nível de ensino médio. Instrumentos didáticos para o ensino: experimentos, demonstrações, softwares interativos, simulações, vídeos e resolução de problemas. Realização pelos estudantes de aulas práticas demonstrativas com a utilização e análise desses recursos.

(04 cr, 60 horas, OP9–Bac e OB–Lic, 6º per., Pré: FIS619)

### **FIS629 Recursos Didáticos: Ondas, Ótica e Física Moderna**

Aplicação de conhecimentos específicos de física e abordagens didáticas em situações de ensino dos conteúdos de Ótica, ondas e física moderna a nível de ensino médio. Instrumentos didáticos para o ensino: experimentos, demonstrações, softwares interativos, simulações, vídeos e resolução de problemas. Realização pelos estudantes de aulas praticas demonstrativas com a utilização e análise desses recursos.

(04 cr, 60 horas, OP9–Bac e OB–Lic, 7º per., Pré: FIS619, FIS073, FIS091)

### **FIS626 Recursos Didáticos: Astronomia**

Aplicação de conhecimentos específicos de Astronomia e técnicas didáticas em situações concretas no nível de ensino médio e/ou fundamental. Instrumentos didáticos para o ensino: práticas com telescópio, experimentos, demonstrações, softwares interativos, simulações, vídeos e resolução de problemas.

(04 cr, 60 horas, OP9 – Bac e OB – Lic, 5º per., Pré: FIS004 e FIS619)

### **MTE446 – Didática de física I - 60h – (7o período - acompanha estágio em ensino de física I)**

Diferentes concepções de ensino e de aprendizagem e suas implicações para a educação em Física/Ciências. Problematização e contextualização. Demandas de aprendizagem: relações entre conhecimento científico e o cotidiano. Papel do professor: Interatividade, dialogia no ensino de Física/Ciências, mediação pedagógica: conceito e práticas.

Abordagens: Ensino por Investigação; Ensino por meio de Modelos e Modelagem; TIC's no ensino de física.

(04 cr, 60 horas, OB – Lic, 7º per., Pré: FIS069, Có: MTE230)

### **MTE447 – Didática de física II - 60h – (8º período - acompanha estágio II e prepara o estágio III)**

Natureza da ciência, concepções de ciência e cientista: implicações para o ensino de Física. Explicação e argumentação no Ensino de Física. Linguagem e formação de conceitos científicos. Planejamento de sequências de ensino de Física: princípios orientadores e projetos. Avaliação de aprendizagem em Física. Análise de projetos; análise crítica e comparativa de livros didáticos de Física e Ciências.

Abordagens: Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino de física; Questões sociocientíficas no ensino de física; uso de materiais da divulgação científica em sala de aula; abordagem por temas e por projetos; História, Filosofia e Sociologia da ciência no Ensino de Física;

(04 cr, 60 horas, OB – Lic, 8º per., Pré: MTE446 e MTE230, Có: MTE235)

## **ESTÁGIOS**

### **MTE230 – Estágio em Ensino de Física I**

Estágio de observação e monitoria. Caracterização do Ensino de Física ministrado na educação básica (ensino fundamental e médio). Abordagem etnográfica da cultura escolar e da sala de aula de física. Iniciação à docência por meio do acompanhamento de prática profissional. Planejamento de aula: concepção, execução e avaliação em situações concretas de ensino

(08 cr, 120 horas, OB – Lic, 7º per., Pré: FIS069, Có: MTE446)

### **MTE235 – Estágio em Ensino de Física II**

Diagnóstico do contexto escolar. Planejamento e desenvolvimento de sequências didáticas de ensino de ciências/física na educação básica. Análise e produção de recursos didáticos. Regência de classe por meio do uso de diferentes estratégias de ensino. Avaliação do ensino e da aprendizagem em física/ciências.

(09 cr, 135 horas, OB – Lic, 8º per., Pré: MTE446 e MTE230, Có: MTE447)

### **MTE239 – Estágio em Ensino de Física III**

Diagnóstico do contexto escolar. Planejamento e desenvolvimento de projeto de ensino de ciências/física na educação básica inspiradas na pesquisa. Escrita e fundamentação do projeto; desenvolvimento de recursos e instrumentos de avaliação. Aplicação e reflexão sobre sua efetividade e alcance.

(10 cr, 150 horas, OB – Lic, 9º per., Pré: : MTE447 e MTE235)

## **QUÍMICA**

### **QUI003 Química Geral B**

(4 cr, 60 horas, OP – Bac e Lic, 1º per., Pré: : ---)

### **QUI019 Química Geral Experimental**

(2 cr, 30 horas, OP – Bac e Lic, 1º per., Pré: : ---)

### **QUI604 Físico-Química II**



(6 cr, 90 horas, OP – Bac e Lic, 3º per., Pré: : QUI003, FIS152)

## **FÍSICA MÉDICA**

### **ENU877 – INTERAÇÃO DA RADIAÇÃO COM A MATÉRIA**

Carga Horária: 60 horas aula

**EMENTA:** Estrutura e radiação atômica. Estrutura nuclear. Radioatividade e Reações Nucleares. Interação de partículas carregadas. Interação de fótons com a matéria. Interação de nêutrons com a matéria.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

- Kaplan, Física Nuclear
- Evans, R. D., The Atomic Nucleus, McGraw-Hill, Inc., 1985.
- Aramburu, X.O and Bisbal, J.J., Radiaciones ionizantes I, 1994.
- Eisberg R., Resnick R., Física Quântica.
- Lamarsh, J. R., Baratta, J., Introduction to Nuclear Engineering.

### **ENU003 - RADIOPROTEÇÃO**

CARGA HORÁRIA: 60 HORAS AULA

**EMENTA: Fundamentos da Física Atômica e Nuclear:** Estrutura Atômica e Nuclear. **Radioatividade:** Atividade, Constante de desintegração, meia-vida, vida média, Decaimentos e séries radioativas. **Interação da radiação com a matéria:** Interação das partículas carregadas com a matéria, Interação de nêutrons com a matéria, Interação da radiação eletromagnética com a matéria. **Características Gerais dos Detectores de Radiação:** Detectores a gás, Detectores de cintilação, Detectores semicondutores, Dosímetros termoluminescentes, Filmes dosimétricos **Grandezas Dosimétricas:** Exposição, Dose absorvida, Dose equivalente. **Efeitos Biológicos da Radiação:** Efeitos somáticos e hereditários, Efeitos estocásticos e não estocásticos, Exposições agudas e crônicas. **Princípios de Radioproteção:** Princípios operacionais fundamentais, **Legislação básica:** Diretrizes básicas de radioproteção - Normas: Reconhecimento, avaliação e controle dos riscos ocupacionais e ambientais. **Monitoração Blindagem:** Materiais para Blindagem. Blindagem para radiação eletromagnética, partículas carregadas e neutras

#### **BIBLIOGRAFIA**

- LAMARSH, J.R.- Introduction to Nuclear Engineering, Addison-Wesley Publishing Company
- DRESNER, L.- Principles of Radiation Protection Engineering, McGraw-Hill Book Company
- MORGAN, K.Z & TURNER, J.E. - Principles of Radiation Protection
- TAHUHATA, L. & ALMEIDA, E. - Radiações Nucleares: Usos e Cuidados
- CNEN - Normas Básicas de Proteção Radiológica

### **ENU007 - DETECÇÃO DAS RADIAÇÕES E INSTRUMENTAÇÃO NUCLEAR**

Carga Horária: 60 horas aula

**EMENTA:** Radiações nucleares. Estatística de contagem das radiações. Propriedades gerais dos detectores de radiação. Tipos e funcionamento de detectores de radiação. Espectrometria das radiações. Detectores de nêutrons

**BIBLIOGRAFIA:**

1. "Radiation Detection and Measurement"

Glenn F. Knoll - ( John Wiley & Sons - 1989)

2. "Nuclear Radiation Detection"

W.J. Price - (McGraw-Hill - 1964)

3. "Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments"

Leo, W. R., ( Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1987)

**ENU887 – RADIAÇÕES APLICADAS À BIOMÉDICA**

Carga Horária: 60 horas aula

**EMENTA: Aplicações em Medicina:** Radiodiagnóstico: Traçadores. Escolha do Radioelemento. Utilização do raioX. Radioterapia: Fontes Utilizadas em tratamento. Aparelhos de raio X de baixa energia. Aparelhos de telecobalterapia. Aceleradores: Feixes de raio x. Feixes de Elétrons. Qualidade do Feixe. Filtração. Fatores que influenciam o rendimento em profundidade: Distância. Seção do feixe. Energia. Forma do Feixe. Cálculo da Distribuição espacial de dose. Curvas de Isodoses. **Radioecologia:** Princípios gerais e métodos de radioecologia. Rejeitos radioativos: Fontes radioativas. Reatores Nucleares em funcionamento normal. Impacto no meio ambiente em caso de acidentes envolvendo radiação. Os grandes acidentes nucleares e seus impactos ao meio ambiente.

**BIBLIOGRAFIA:**

- Biophysique. Radiobiologie. Radiopathologie. P. Galle, R. Paulin.
- Health Effetes of Exposure to Low Level of Ionizing Radiation. V.Beir
- Radiothérapie Oncologique. J. P. Bourgeois. J. Chavaudra, F. Eschwege.
- Enviromental Radioactivity. M. Eisenberd.
- Toxiques Nucléaries. P. Galle.

**ENU856 - ACELERADORES DE PARTÍCULAS NUCLEARES APLICADOS À BIOMÉDICA**

Carga Horária: 60 horas aula

**EMENTA:** Visão geral sobre aceleradores: necessidades e histórico. Modalidades de radioterapias via aceleradores. Revisão em dinâmica de partículas, força elétrica e magnética Revisão em campos elétricos e magnéticos Sistema de campos de lentes elétricas e magnéticas Órbitas de partículas em campos focais **Tipos e Características de aceleradores de partículas:** Aceleradores eletrostáticos de alta voltagem pulsados Betatrons Cavidade ressonante e guias de onda Microtrons Ciclotrons Síncrotrons **Aceleradores lineares** Aceleradores lineares de radiofrequência: princípios básicos Estruturas dos aceleradores por microondas Sistemas e fontes de potência de microondas Moduladores de pulso e sistemas auxiliares Sistemas óticos e magnéticos do feixe Aceleradores geradores de raio-X **Programas de cálculo** - Códigos nucleares aplicados a aceleradores de

partículas; Novos modelos e técnicas de fontes de aceleração de partículas nucleares **Dosimetria e métodos de medida**. princípios de dosimetria e radiobiologia aplicada a aceleradores. **Aplicações:** Radiação synchrotron e aplicações; produção de radioisótopos por aceleradores; experiências clínicas no tratamento de câncer por radioterapia de nêutrons rápidos, epitérmicos, térmicos e partículas carregadas e mésons a partir de aceleradores.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

- Krane, Introductory Nuclear Physics, Wiley, 1988
- W. H. Scharf, Biomedical Particle accelerators, AIP Press, 1993;
- Brzustowski, T. A., Golem, P. J., Second Law analysis of energy processes. PartI: Exergy - An introduction. Transactions of the Canadian Society for Mechanical Engineering, vol. 4, no 4, p 209-218, 1976-77.
- Ayres, R. U., Ayres, L.W., Martinàs, K. , Eco-Thermodynamics : Exergy and Life Cicle Analysis. INSEAD, Fontainebleau, France. 1996.

### **ENU 882 - CONCEITOS EM RADIOQUÍMICA APLICADA**

Carga Horária: 60 horas aula

**EMENTA:** Estrutura eletrônica do átomo; tipos e características das ligações químicas; estrutura do núcleo; decaimento radioativo; instrumentação para detecção da radiação e medidas; produção de radionuclídeos; geradores de radionuclídeos; métodos de marcação de radiofármacos; características dos radiofármacos específicos para uso clínico; controle de qualidade de radiofármacos; aspectos da medicina nuclear; proteção e regulamentos de radioproteção para uso de fontes abertas; uso de radiofármacos em diagnóstico em medicina nuclear.

#### **BIBLIOGRAFIA :**

- Gopal B. Saha, Fundamentals of Nuclear Pharmacy, 4th Edition, 1997.
- **Hesselwood S., Drug interactions with radiopharmaceuticals, 1994.**
- Friedlander G., Nuclear and Radiochemistry, 3<sup>rd</sup> ed. NY, 1981.

### **ENU 883 – CONCEITOS EM RADIOBIOLOGIA APLICADA**

Carga Horária: 60 horas aula

**EMENTA:** Conceitos em física e química das radiações; Aberrações cromossomiais e quebras do DNA; Curvas de sobrevivência celular; Relação dose resposta para tecidos normais; Sistemas de modelagem de tumores; Radiossensibilidade, Ciclo mitótico; Reparo do dano à radiações e efeitos de taxa de dose; Efeitos do oxigênio e reoxigenação; Transferência linear de energia e eficiência biológica relativa; Radiossensibilizadores; Radioprotetores; Cinética de tumor, tecido e célula; Tempo, dose e fracionamento e radioterapia; Novas modalidades de radioterapia; Hipertermia; Efeitos agudos da irradiação; Carcinogênese da radiação; Efeitos hereditários da radiações; Efeitos da radiação em fetos e embriões; Técnicas moleculares em radiobiologia.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

- Radiobiology for Radiobogist, Eric J. Hall, 4Ed. JB Lippincott Company, 1994.

- **Radiation Oncology: Technology and Biology**, Peter M. Mauch and Jay S. Loeffler Eds., - **W.B. Saunders Company, 1994**

- Nuclear Medicine: Technology and Techniques, Edited by Donald R. Berneier, Paul E. Christian, James K. Langan, Mosby Editora, St. Louis, 4<sup>th</sup> Edition, 1994.

- Principles and Practice of Radiation Oncology, Carlos Perez, Luther W. Brady, 3<sup>o</sup> Edition, Lippicott-Raven, 1997.

## **ENU860 – CONCEITOS EM IMAGENS MÉDICAS**

Carga Horária: 60 horas aula

EMENTA: Histórico das invenções em imagens médicas; O raio-X: Fundamentos; Especificações de projeto; Fotografia e imagens por filmes; Conceitos de imagem analógica e digital; Equipamentos de alta kilovoltagem e baixa kilovoltagem. Fluoroscopia: A fluoroscopia; A fluoroscopia digital; Angiografia. Tomografia: CT - Tomografia Computadorizada. Imagens por radioisótopos: Cintilografia e gama câmara; SPECT; PET; Imagens por Ultra-Som: Princípios do Ultra-som; Imagem por ultra-som. Imagens por Ressonância Magnética: Princípio da Ressonância Magnética; Imagens por Ressonância Magnética. Novos conceitos de imagens: Imagens Térmicas; Imagens por impedância elétrica; Imagens por diafanografia e xeroradiografia.

### **BIBLIOGRAFIA**

-Progress in Medical and Environmental Physics, Imaging with Ionizing Radiation, Kypros Kouris, Nicholas M. Spyrou, Daphne F. Jackson, Surrey University Press, vol.1., 1982.

-Progress in Medical and Environmental Physics, Imaging with Non-Ionizing Radiation, Brian H. Brown, R.C. Chivers, Daphne F. Jackson, Colin H. Jones, Kypros Kouris, D. Watmough, Surrey University Press, vol. 2., 1983.

-Artigos científicos nas revistas: IEEE Transactions of Nuclear Science, IEEE Transactions of Biomedical Engineering, Journal of Nuclear Medicine

-G.I. Herman, Image Reconstruction from projections: The fundamentals of Computerized Tomography. 1980.

-D. F. Jackson, Imaging with non-ionizing radiations, Surrey Univ. Press, 1983.

## **ENERGIA NUCLEAR**

### **ENU009 - INTRODUÇÃO À ENERGIA NUCLEAR I**

Carga Horária: 60 horas aula

EMENTA: Conceitos de física atômica e nuclear. Interação de nêutrons com a matéria; A fissão nuclear; Reatores nucleares; Componentes de centrais nucleares; Teoria de reatores; Dinâmica de reatores; O ciclo do combustível nuclear. Rejeitos radioativos.

### **BIBLIOGRAFIA:**

Lamarsh, J. R - Introduction to Nuclear Engineering , Addison-Wesley

Glastone, S. and Sesonske, A - Nuclear Reactor Engineering, Van Nostrand

M. M. El-Wakil - Nuclear Energy Conversion, Scranton

R. L. Murray - Nuclear Reactor Physics, Englewood Cliffs

Shultis, J. K., Faw, R.E. Fundamentals of Nuclear Science and Engineering, Marcel Dekker, Inc., 2002.

## **ENU007 - DETECÇÃO DAS RADIAÇÕES E INSTRUMENTAÇÃO NUCLEAR**

Carga Horária: 60 horas aula

**EMENTA:** Radiações nucleares. Estatística de contagem das radiações. Propriedades gerais dos detectores de radiação. Tipos e funcionamento de detectores de radiação. Espectrometria das radiações. Detectores de nêutrons

### **BIBLIOGRAFIA:**

1. "Radiation Detection and Measurement"

Glenn F. Knoll - ( John Wiley & Sons - 1989)

2. "Nuclear Radiation Detection"

W.J. Price - (McGraw-Hill - 1964)

3. "Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments"

Leo, W. R., ( Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1987)

## **ENU003 - RADIOPROTEÇÃO**

CARGA HORÁRIA: 60 HORAS AULA

**EMENTA: Fundamentos da Física Atômica e Nuclear:** Estrutura Atômica e Nuclear. **Radioatividade:** Atividade, Constante de desintegração, meia-vida, vida média, Decaimentos e séries radioativas. **Interação da radiação com a matéria:** Interação das partículas carregadas com a matéria, Interação de nêutrons com a matéria, Interação da radiação eletromagnética com a matéria. **Características Gerais dos Detectores de Radiação:** Detectores a gás, Detectores de cintilação, Detectores semicondutores, Dosímetros termoluminescentes, Filmes dosimétricos **Grandezas Dosimétricas:** Exposição, Dose absorvida, Dose equivalente. **Efeitos Biológicos da Radiação:** Efeitos somáticos e hereditários, Efeitos estocásticos e não estocásticos, Exposições agudas e crônicas. **Princípios de Radioproteção:** Princípios operacionais fundamentais, **Legislação básica:** Diretrizes básicas de radioproteção - Normas: Reconhecimento, avaliação e controle dos riscos ocupacionais e ambientais. Monitoração **Blindagem:** Materiais para Blindagem. Blindagem para radiação eletromagnética, partículas carregadas e neutras

### **BIBLIOGRAFIA**

- LAMARSH, J.R.- Introduction to Nuclear Engineering, Addison-Wesley Publishing Company

- DRESNER, L.- Principles of Radiation Protection Engineering, McGraw-Hill Book Company

- MORGAN, K.Z & TURNER, J.E. - Principles of Radiation Protection

- TAHUHATA, L. & ALMEIDA, E. - Radiações Nucleares: Usos e Cuidados

- CNEN - Normas Básicas de Proteção Radiológica

## **ENU874 - TÉCNICAS DE COMPUTAÇÃO APLICADAS À ENERGIA NUCLEAR**

Carga Horária: 60 horas aula

EMENTA: Revisão de soluções especiais de equações diferenciais parciais lineares e não lineares por métodos analíticos: método da transformada integral; método variacional: conceitos teóricos, método de Ritz e Garlak. Aplicação à equação de transporte de partículas neutras. Conceitos de métodos nodais. Métodos numéricos aplicados ao transporte de nêutrons. Método de diferenças finitas aplicada a equação de difusão monoenergética e multigrupo. Método de elementos finitos aplicado a equação de transporte. discretização de espaço bidimensional e tridimensional. Desenvolvimento matemático da técnica de elementos finitos aplicada a meios bidimensional e tridimensional para a equação de transporte.

#### BIBLIOGRAFIA:

- Press, Teckolsky, Vetterling, Flamery, Numerical Recipies in C, Press, 2.
- Artigos da Nuclear Science and Technology and Nuclear Energy

### **ENU001 – APLICAÇÕES DE RADIOISÓTOPOS**

Carga Horária: 60 horas aula

EMENTA: Radioisótopos. Preparação, métodos e técnicas para aplicação de radioisótopos. Irradiação de materiais. Princípios e técnicas de radiotraçadores: Método dos traçadores, características dos radiotraçadores, seleção preparação e calibração do experimento. Traçadores em problemas de engenharia e pesquisa tecnológica. Aplicação dos radiotraçadores ao escoamento de fluídos, transporte de massa e difusão, medidas de parâmetros de processos, medidas de desgaste e corrosão, processos químicos. Aplicações em hidrologia, sedimentologia, planejamento de descarga e rejeitos, utilização de isótopos estáveis, radioisótopos naturais, traçadores ativáveis e outros. Radiocalibração: Aplicação de radiações em medidas e controle de processos: medidas de densidade, espessura, composição de misturas. Radioisótopos como fonte de radiação: radiografia, gamagrafia, neutrografia.

#### BIBLIOGRAFIA:

- Bonnet, P. Les Radioelements et Leurs Utilisations C.E.A. Eyrolles, Paris, (1980)
- Blanc, D. Les Radioéléments (Production, Dosage, Apllications). Masson et Cie, Editeurs, Paris, (1966)
- I.A.E.A., International Diretory of Radioisotopes, Vienna, (1962)
- I.A.E.A., Productions and Use of Short Lived Radioisotopes from Reactors, Vienna, (1963).
- I.A.E.A., Radioisotope Applications in Industry, Vienna (1963)
- Gardner, R.P. & ELY, Jr. R.L., “Radioisotope Measurement Applications in Engineering”. Reinhold Plublishing Corp., New York, (1967).
- Plata Bedmar,A., Isotopos en Hidrologia”. Ed. Alhambra S/A, Madrid, (1972).

#### RELATÓRIOS E PUBLICAÇÕES ESPECIALIZADAS:

- “La Houille Blanche”, No. ¾ - 1976 - número especial sobre técnicas de traçadores em Hidrologia e Hidráulica.
- IAEA, “Radiation Engineering in the Academic Curriculum”, Panel Proceeding Series, IAEA, Vienna, (1975).
- IAEA, Industrial Apllications of Radioisotopes and Radiation Technology, Proceeding Series, IAEA, Vienna, (1982).

- IAEA, “Guidebook on Nuclear Techniques in Hydrology” Technical Report Series No. 91, IAEA, Vienna, (1983).
- TOLA, F., “The Use of Radioactive Tracers in Dynamic Sedimentology “CEA-N-2261, CEA., Saclay, (1982).
- IAEA, “Tracer Methods in Isotope Hydrology”, TELDOC-291, IAEA, Vienna, (1983).

## **ENU825 - FÍSICA DE REATORES I**

Carga Horária: 60 horas aula

EMENTA: Reações Nucleares e Fissão Nuclear: Revisão qualitativa de Física Nuclear. Decaimento Radiativo. Reações Nucleares. Características das Seções de Choque Nêutron-nucleares. Seção de Choque Diferencial. Cinemática de espalhamento do nêutron com o núcleo parado. Efeitos da Movimentação Nuclear. Fissão Nuclear. Conseqüências da fissão: partículas emitidas e energia liberada. Reação em Cadeia: Fator de Multiplicação e Criticalidade Nuclear. Cinética Simples de Reações em Cadeia. Cálculo formal do fator de multiplicação. Transporte de Nêutrons:- Eq. Transporte de Nêutrons. Soluções analíticas da Eq. de Transporte. Tratamento da dependência angular. Tratamento da variável energia. Tratamento do espaço e tempo. A eq. da continuidade. Lei de Fick e Condições de validade. Modelo da Teoria de Difusão a uma Velocidade: Eq. Difusão a uma velocidade e Soluções em meios não multiplicativos. Modelo da Difusão Monoenergética Aplicada a Reatores Nucleares e Cálculo de Criticalidade. Métodos Numéricos de Solução. Cinética de Reatores Nucleares: Eq. Básica da Cinética Determinística. Eq. da Cinética Pontual. Parâmetros da Cinética. Determinação e Uso de Soluções da eq. Cinética Pontual. Cálculo dos Parâmetros Cinéticos. Dinâmica de Reatores e Principais Causas de Variações da Reatividade. Efeitos da Realimentação sobre a Reatividade. Modelo da Teoria de Difusão de Multigrupo: As equações de Multigrupos. Casos simples e aplicações. Soluções numéricas das equações de multigrupos. Solução numérica a dois grupos e a G grupos .Teoria da Perturbação: Aplicação à Teoria da Difusão Mono-energética. Efeitos Espaciais da Variação da Reatividade. Aplicação aos Modelos Multigrupo.

Livro Texto: Nuclear Reactor Analysis, J.J. Duderstadt, L.J. Hamilton

### **BIBLIOGRAFIA**

- Introduction to Nuclear Reactor Theory. J.R. Lamarsh
- Nuclear Reactor Analysis. A.F. Henry
- Neutron Transport Theory. B. Davison
- Nuclear Reactor Theory . G.I.Bell & S. Glasstone

## **ENU831 - CICLOS DO COMBUSTÍVEL NUCLEAR**

Carga Horária: 60 horas aula

EMENTA: Definição do Ciclo. Etapas do Ciclo: Exploração do urânio, mineração e beneficiamento do minério, conversão, enriquecimento, fabricação do elemento combustível. Utilização do combustível no reator, gerência do combustível no núcleo do reator, transporte e estocagem do combustível irradiado, reprocessamento do combustível e estocagem de rejeitos. Considerações econômicas e aspectos de salvaguarda. Processos de conversão: Teoria, reações, equipamento e operação. Enriquecimento isotópico: propriedades físico-químicas dependentes da massa isotópica.

Métodos de separação de isótopos: difusão gasosa, ultracentrifugação e jato centrífugo. Outros processos de separação isotópica. Aspectos gerais do reprocessamento. Métodos do reprocessamento. Extração por solventes: fundamentos teóricos. Processos PUREX e THOREX. Equipamentos e instrumentação. Tratamento e disposição de rejeitos. Criticalidade e blindagem no reprocessamento. Usinas de reprocessamento. O combustível e o reator. Propriedades mecânicas e nucleares. Formas dos combustíveis. Efeito das radiações. Revestimento (alumínio, magnésio, zircônio e aços inoxidáveis). Corrosão e oxidação pelo refrigerante. Projeto do elemento combustível. Processos de fabricação. Ensaios e processos para controle de qualidade. Fábricas de elementos combustíveis.

#### BIBLIOGRAFIA:

- IAEA. Guidebook on the Introduction of Nuclear Power. Viena, 1982. (Technical Reports Series no. 217).
- Hebel, L.C. et Al. Report to the APS by the Study Group on Nuclear Fuel Cycles and Waste Management. Review of Modern Physics, 50 (number 1, Part. II): January 1978.
- Castro, J.C. O Ciclo do Combustível Nuclear: Da Extração do Minério ao Enriquecimento. CBTN, 17/09/74.
- IAEA. Nuclear Power and its Fuel Cycle, Salzburger, 2-13, May 1977. IAEA, S/D.
- Cochran, R.G. e Tsoufanidis, N. - The Nuclear Fuel Cycle: Analysis and Management. American Nuclear Society, Illinois, 1990.
- Villani, S., Isotope Separation
- CTN/AI-006 - Enriquecimento Isotópico do Urânio.
- Benedict, M., Figford, T.H., LEVI, H.W. Nuclear- Chemical Engineering. McGraw-Hill Book Co, New York (1981).
- Long, J. T. Engineering for nuclear fuel reprocessing. New York, Gordon and Brech Science Publishers, 1967.

#### **ENU005 - METODOLOGIA E MODELOS DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO**

Carga Horária: 60 horas-aula

EMENTA: Visão global do planejamento energético: o sistema energético e o contexto em que ele se insere. Modelo de planejamento energético convencional: Os objetivos gerais e específicos do plano energético. As abordagens do planejamento energético. As informações requeridas no processo de planejamento. O processo de análise (análise econômica, análise da demanda de energia, avaliação de recursos energéticos, avaliação de tecnologias de suprimento energético, balanço oferta/demanda de energia e impactos ambientais). A apresentação de resultados. A preparação do plano. Insuficiências do enfoque analítico, economicista, tecnocrático e retrospectivo do modelo de planejamento convencional. Planejamento da expansão do setor elétrico como parte do planejamento global do sistema energético: Princípios da previsão de necessidades de energia elétrica. Técnicas de previsão alternativas: séries temporais, modelos econométricos, modelos de uso final, outros modelos. Previsão da curva de duração de carga. Planejamento energético integrado (estratégico) de uma nação: objetivando uma melhor qualidade de vida da população, a autodeterminação nacional e a sustentabilidade a longo prazo. Avaliação comparativa de diferentes fontes de geração de energia elétrica: modelo de avaliação de cadeias energéticas, modelo de avaliação de ciclos de vida. Visão geral de aplicações da Segunda Lei da Termodinâmica (conceito



de exergia e análise exérgica) ao planejamento energético. Visão geral de metodologias de previsão do futuro: lei logística e outras.

#### BIBLIOGRAFIA:

- IAEA. Expansion planning for electrical generating systems. A guide book. International Atomic Energy Agency (IAEA), Viena, 1984 [Technical Report Series No 241].
- FORTUNATO, L.A.M. et al. Introdução ao planejamento da expansão e operação de sistemas de produção de energia elétrica. EDUFF & Eletrobrás, Niteroi, 1990.
- AYRES, R.U. et al. Eco-thermodynamics: Exergy and life cycle analysis, INSEAD's Centre for Management of Environmental Resources ( CMER ), Fontainebleau, 1996 [96/19/EPS] e outros relatórios do mesmo autor.
- MARCHETTI, C. The future, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Laxemburg, Draft, June 1986 e outros relatórios do mesmo autor.
- HAMILTON, B.P. et al. Energy and power evaluation program (ENPEP) documentation and user's manual. Argonne National Laboratory (ANL), Argonne, 1994.
- IAEA. Computer tools for comparative assessment of electricity generation options and strategies, International Atomic Energy Agency (IAEA), Viena, 1995 [DECADES project series publication].
- ELETROBRÁS. Plano nacional de energia elétrica 1993 - 2015 - Plano 2015, Centrais Elétricas Brasileiras S.A . (Eletrobrás), Diretoria de Planejamento & Secretaria Executiva do Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos (GCPS), Rio de Janeiro, 1995, e planos subsequentes.
- ELETROBRÁS. Plano decenal de expansão 1998 - 2007, Centrais Elétricas Brasileiras S.A (Eletrobrás), Diretoria de Planejamento & Secretaria Executiva do Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos (GCPS), Rio de Janeiro, 1998 e planos subsequentes.

### **ENU845 – SEGURANÇA DE INSTALAÇÕES NUCLEARES**

Carga Horária: 60 horas-aula

**EMENTA:** Classificação de Centrais Nucleares. Características de Segurança. Barreiras aos Produtos de Fissão. Caracterização de Acidentes. Sistemas de Segurança. Avaliação da Segurança: Análise de Risco; Árvore de Eventos e Árvore de Falhas. Licenciamento de Centrais. Dinâmica Geral de Reatores. Cinética de Reatores. Efeitos de Realimentação de Reatividade; Formas de Realimentação e Coeficientes; Controle de Reatividade . Dinâmica da Central; Modelo Simplificado; Modelo do Transporte de Energia . Acidentes de Reatividade; Inserção de Reatividade por Ejeção de Barras de Controle . Acidente de Partida. Acidentes de Remoção de Calor: Redução Parcial de Vazão. Acidente de Perda de Vazão. Acidentes do Sistema Secundário. Acidentes de Perda de Refrigerante. Acidentes que Afetam a Contenção. Conseqüências dos Acidentes; Liberação dos Produtos de Fissão no Sistema Primário e de Materiais Radioativos na Contenção. Dispersão de Materias Radioativos na Atmosfera. Conseqüências Radiológicas.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

- Lewis.E.E., "Nuclear Power Reactor Safety "  
John Wiley and Sons, New York, 1977.
- Thompson.T.J.and Beckerley, J.G. (Eds),"Reactor Physics and Control",

The Tecnology of Nuclear Reactor Safety, Vol. 1, M.I.T. Press Cambridge, Mass., 1964.

## **ANEXO B – ATIVIDADES ACADÊMICO-CIENTÍFICO-CULTURAIS**

Estão previstas as seguintes atividades no currículo do curso de Física:

- **ESTUDO ORIENTADO**
- **PARTICIPAÇÃO EM EVENTOS**
- **INICIAÇÃO À PESQUISA, À DOCÊNCIA E À EXTENSÃO**
- **MONOGRAFIA**
- **VIVÊNCIA PROFISSIONAL**
- **PUBLICAÇÃO CIENTÍFICA**

Para a integralização curricular do Bacharelado o aluno deverá ter um mínimo de 6 e um máximo de 20 créditos nessas atividades acadêmicas. Na Licenciatura, o mínimo é de 14 créditos e o máximo também é de 20 créditos.

## **ESTUDO ORIENTADO**

Estudo Orientado é composto de um conjunto de estudos e conteúdos teóricos ou práticos, desenvolvido predominantemente de forma individual pelo estudante, sobre a orientação de um professor. A atividade obedecerá as seguintes normas:

- **Proposta**

A proposta de Estudo Orientado deve ser encaminhada pelo professor orientador ao Colegiado do Curso, na época da matrícula, contendo:

1. Tema do Estudo
2. Nome do professor orientador
3. Nome do(s) estudante(s) envolvido(s)
4. Pré-requisitos
5. Carga horária
6. Programa de estudo
7. Forma de avaliação
8. Bibliografia

- **Avaliação**

A avaliação do Estudo Orientado será feita pelo professor orientador que deverá no final encaminhar ao Colegiado do Curso a nota obtida pelo estudante.

- **Créditos**

Será atribuído 1 crédito para cada 15 horas de estudo e a um único Estudo Orientado será atribuído no máximo 2 créditos. Um aluno pode ter ao longo do curso um máximo de 6 créditos nessa atividade

- **Solicitação de Lançamento de Créditos**

Após a conclusão da atividade, o aluno deverá solicitar o lançamento dos créditos correspondentes entregando na secretaria do Colegiado - sala 2005 do ICEx - a seguinte documentação:

1. Proposta do Estudo Orientado aprovada no Colegiado;
2. [Formulário](#) preenchido e assinado pelo professor-orientador.

## **PARTICIPAÇÃO EM EVENTOS**

O estudante que tiver participado de um evento com apresentação de trabalho (painel, palestra, etc.) poderá incluí-la como atividade curricular mediante solicitação ao Colegiado, acompanhada do certificado de participação e do resumo do trabalho apresentado. A atividade obedecerá as seguintes normas:

- **Créditos**

Cada trabalho apresentado será pontuado com 1 crédito. Um mesmo trabalho não poderá ser computado mais de uma vez mesmo que apresentado em eventos diferentes. Um aluno pode ter ao longo do curso um máximo de 6 créditos nessa atividade

- **Avaliação**

Não será atribuída nota (ou conceito) para esta atividade.

- **Solicitação de Lançamento de Créditos**

Após a conclusão da atividade, o aluno deverá solicitar o lançamento dos créditos correspondentes entregando no Colegiado a seguinte documentação:

1. Comprovante de participação no Evento;
2. Resumo do Trabalho apresentado;
3. [Formulário](#) próprio.

## **INICIAÇÃO À PESQUISA, DOCÊNCIA E EXTENSÃO**

É o conjunto de atividades ligadas a programas de pesquisa, ensino e extensão (Iniciação Científica, Monitoria, etc.) desenvolvidas individualmente pelo estudante, sob a orientação de um professor durante um período pré-determinado. A atividade obedecerá as seguintes normas:

- **Créditos**

Será atribuído 1 crédito para 4 horas de trabalho semanal durante 1 semestre, limitado a 4 créditos por semestre. Um aluno pode ter ao longo do curso um máximo de 12 créditos nessa atividade.

- **Avaliação**

A avaliação da atividade será feita pelo professor orientador que deverá encaminhar ao Colegiado do Curso o relatório do estudante acompanhado de uma avaliação do trabalho contendo a nota final obtida pelo aluno.

- **Solicitação de Lançamento de Créditos**

Após a conclusão da atividade, o aluno deverá solicitar o lançamento dos créditos correspondentes entregando na secretaria do Colegiado a seguinte documentação:

1. Relatório da atividade;
2. [Formulário](#) preenchido e assinado pelo professor-orientador.

## **MONOGRAFIA**

A Monografia constitui-se de uma apresentação escrita nos moldes de um trabalho científico, sob a orientação de um professor, a ser desenvolvido no último ano do curso, sob condição de matrícula prévia, efetivada nos períodos previstos no calendário escolar. Essa atividade obedecerá as seguintes normas:

- **Créditos**

Serão atribuídos 04 (quatro) créditos à Monografia quando o trabalho estiver associado a uma atividade que já gerou créditos para o estudante e 08 (oito) créditos quando o trabalho for desvinculado de outra atividade.

- **Inscrição**

No início do semestre letivo em que o estudante pretende desenvolver a Monografia, na época normal de matrícula, o estudante deverá encaminhar ao Colegiado um [formulário](#), preenchido e assinado por ele e pelo orientador, onde conste o tema de sua monografia.

- **Prazos**

O estudante deverá encaminhar ao Colegiado o texto final de sua monografia, com aval do professor orientador, até 20 dias antes do final do semestre letivo.

- **Apresentação**

A Monografia deverá ser apresentada pelo estudante em sessão pública, em data, horário e local definidos pelo Colegiado.

- **Avaliação**

A Monografia será avaliada por uma banca composta pelo orientador e um consultor designado pelo Colegiado, que a receberá com antecedência mínima de 15 (quinze) dias, em relação à data prevista para sua apresentação oral, à qual compete:

1. ler e comentar o texto da monografia;
2. assistir a apresentação oral e fazer questionamentos durante a apresentação;
3. emitir parecer por escrito avaliando o trabalho no seu conjunto, concluindo pela aprovação ou não do estudante.

- **Lançamento de Créditos**

Após a apresentação, o aluno deverá encaminhar ao Colegiado a versão final do texto com as correções sugeridas pela banca (uma versão impressa e o arquivo pdf) com o aval do orientador ([formulário](#)). Somente após essa entrega será lançada a nota no Sistema Acadêmico.

## **VIVÊNCIA PROFISSIONAL**

Será considerada como Vivência Profissional qualquer atividade realizada sob a supervisão de um profissional com formação superior, que propicie ao aluno adquirir experiência profissional específica e que contribua para a sua absorção pelo mercado de trabalho. A atividade obedecerá as seguintes normas:

- **Créditos**

Ao estudante aprovado na atividade de Vivência Profissional será atribuído 01 (um) crédito para cada 04 (quatro) horas semanais, durante um semestre de trabalho, limitado a 4 créditos por semestre e a um máximo de 12 (doze) créditos no total do curso.

- **Avaliação**

A avaliação dessa atividade será realizada por um relator nomeado pelo Colegiado, que deverá elaborar parecer por escrito concluindo pela aprovação ou não do estudante, sem atribuição de nota ou conceito, fundamentando-se em relatório de atividades elaborado pelo aluno e em manifestação escrita do supervisor com avaliação do desempenho do estudante na atividade.

- **Solicitação de Lançamento de Créditos**

Após a conclusão da atividade, o aluno deverá solicitar o lançamento dos créditos correspondentes entregando na secretaria do Colegiado a seguinte documentação:

1. Relatório da atividade;
2. [Formulário](#) preenchido e assinado pelo professor-supervisor;
3. Parecer do supervisor.



## **PUBLICAÇÃO CIENTÍFICA**

O estudante que tiver publicado um artigo nos anais de um congresso ou em uma revista científica poderá incluí-la como atividade curricular mediante solicitação ao Colegiado, acompanhada de cópia do trabalho. A atividade obedecerá as seguintes normas:

- **Créditos**

Cada artigo publicado em anais de congresso será pontuado com 1 crédito e em revista científica, com 2 créditos. Um mesmo artigo não poderá ser computado mais de uma vez mesmo que apresentado em eventos diferentes. Um aluno pode ter ao longo do curso um máximo de 6 créditos nessa atividade

- **Avaliação**

Não será atribuída nota (ou conceito) para esta atividade.

- **Solicitação de Lançamento de Créditos**

Após a publicação do artigo, o aluno deverá solicitar o lançamento dos créditos correspondentes entregando no Colegiado a seguinte documentação:

1. Cópia do artigo publicado;
3. [Formulário](#) próprio.

## **ANEXO C – RESOLUÇÕES DO COLEGIADO**

**\*\*\* Estão sendo reformuladas para atender às novas Normas Gerais da Graduação (Resolução Complementar Nº 01/2018 e Resolução CEPE 14/2018)**

- RESOLUÇÃO Nº 001/2014  
DISPÕE SOBRE REGRAS PARA MATRÍCULA EM MAIS DE UM SEMESTRE.
- RESOLUÇÃO Nº 001/2015  
ESTABELECE NORMAS PARA A DISTRIBUIÇÃO DE VAGAS DE REOPÇÃO E REMATRÍCULA E DEFINE CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO.
- RESOLUÇÃO Nº 003/2015  
REGULAMENTA A DISPENSA DE ATIVIDADES ACADÊMICAS, POR APROVEITAMENTO DE ESTUDOS.
- RESOLUÇÃO Nº 001/2016  
ESTABELECE NORMAS PARA A SOLICITAÇÃO DE CONTINUIDADE DE ESTUDOS.
- RESOLUÇÃO Nº 002/2016  
DISPÕE SOBRE O PROCESSO DE INSCRIÇÃO E APROVEITAMENTO DE ESTUDOS DE ALUNOS EM INTERCÂMBIO.
- RESOLUÇÃO Nº 001/2017  
REGULAMENTA O PROCESSO DE MUDANÇA DE TURNO.
- RESOLUÇÃO Nº 002/2017  
DISPÕE SOBRE REGRAS PARA TRANCAMENTO PARCIAL DE MATRÍCULA.
- RESOLUÇÃO Nº 001/2018  
ESTABELECE REGRAS PARA OS ALUNOS DO CURSO DE FÍSICA SE MATRICULAREM EM DISCIPLINAS DA PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA.
- RESOLUÇÃO Nº 002/2018  
REGULAMENTA O PROCESSO DE SELEÇÃO DE ESTUDANTES PARA OS PERCURSOS DO CURSO.

## RESOLUÇÃO Nº 01/2014, DE 12 DE SETEMBRO DE 2014.

### *Dispõe sobre Regras para Matrícula em mais de um Semestre*

O COLEGIADO DE COORDENAÇÃO DIDÁTICA DO CURSO DE FÍSICA no uso de suas atribuições e considerando que:

- as Normas da UFMG estipulam que o aluno é obrigado a se matricular nas disciplinas em débito;
- o Colegiado de Curso poderá permitir, em situações excepcionais, que o aluno se matricule concomitantemente em disciplinas de três períodos, desde que consecutivos;

#### **RESOLVE:**

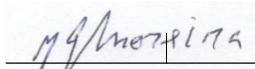
**Art. 1º** - O número máximo de créditos em que o aluno pode se matricular dependerá do número de períodos em que ele pretenda se matricular:

- se em menos de três períodos, o número máximo é de 25 créditos;
- se em três períodos, o número máximo é de 20 créditos;
- se em quatro períodos, o número máximo é de 16 créditos;
- se em cinco períodos ou mais, o número máximo é igual ao número mínimo de créditos em que ele pode se matricular.

**Parágrafo único** - Nesse número máximo de créditos, o aluno tem que incluir todas as disciplinas que estão em débito, desde que ele tenha os pré-requisitos necessários.

**Art. 2º** - Revogadas as disposições em contrário, a presente resolução entra em vigor nesta data.

Belo Horizonte, 12 de setembro de 2014

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. José Guilherme Moreira**  
**Coordenador do Colegiado do**  
**Curso de Graduação em Física**

## RESOLUÇÃO Nº 001/2015, DE 22 DE MAIO DE 2015.

Estabelece normas para a distribuição de vagas de reopção e rematrícula e define critérios de classificação

O Colegiado de Coordenação Didática do Curso de Física, no uso de suas atribuições e considerando o disposto no artigo 4 da Resolução nº 13/2014, de 23 de setembro de 2014,

### **RESOLVE:**

Art. 1º - As vagas de reopção e rematrícula existentes no Curso de Física serão preenchidas de acordo com os seguintes percentuais:

I - Reopção: 75%

II - Rematrícula: 25%

Parágrafo único: Em caso de número não inteiro, o resultado será arredondado para o inteiro subsequente quando a parte decimal for igual ou maior que cinco.

Art. 2º - Em atendimento ao §2 do Art. 4 dessa Resolução, caso se inscrevam menos candidatos que o número de vagas, todos os inscritos serão aceitos.

Parágrafo único: Caso haja menos inscritos do que o número de vagas em uma opção, as vagas restantes serão ofertadas na outra opção.

Art. 3º - Caso haja mais candidatos do que vagas em uma opção, a classificação será feita por uma Comissão Julgadora composta por dois professores membros do Colegiado.

Art. 4º - Os candidatos a Reopção originários dos cursos da área de Ciências Exatas e Engenharias terão prioridade e sua classificação se dará pelo valor do Rendimento Semestral Global médio.

Parágrafo único: Os candidatos de outras áreas serão classificados após os candidatos dessas áreas, utilizando-se o mesmo critério.

Art.5º - Só poderá se candidatar a rematrícula o aluno que tiver sido desligado até, no máximo, 10 anos.

§1 - A classificação dos candidatos a Rematrícula será de acordo com o Rendimento Semestral Global médio.

§2 - Os estudantes só terão direito a uma Rematrícula.

Art. 6º - Os casos omissos serão apreciados pelo Colegiado.

Art. 7º - Revogadas as disposições em contrário, a presente Resolução entra em vigor nesta data.

Belo Horizonte, 22 de maio de 2015.

**Prof. José Guilherme Moreira**  
**Coordenador do Colegiado do**  
**Curso de Graduação em Física**

## RESOLUÇÃO Nº 003/2015, DE 25 DE SETEMBRO DE 2015.

Regulamenta a dispensa de atividades acadêmicas, por aproveitamento de estudos, no Curso de Graduação em Física da UFMG.

O Colegiado do Curso de Graduação em Física, no uso de suas atribuições, e observadas as resoluções pertinentes no âmbito da UFMG, em especial a Resolução CEPE No 02/2007, de 10 de maio de 2007,

### RESOLVE:

**Art. 1º.** Os alunos do Curso de Graduação em Física da UFMG poderão requerer aproveitamento de estudos, nos termos desta Resolução.

§1º. Aproveitamento de estudos é a dispensa de atividade acadêmica pelo aluno ter cursado integralmente e concluído com aproveitamento atividade considerada equivalente, na UFMG ou em outra Instituição de Ensino Superior autorizada, do país ou do exterior.

§2º. O aproveitamento de estudos deve ser requerido pelo interessado junto ao Colegiado do Curso.

§3º. É vedado o aproveitamento de estudos quando o requerente já tiver sido reprovado ou infrequente, na UFMG, na atividade para a qual requer a dispensa.

**Art. 2º.** Para que o aluno obtenha o aproveitamento requerido, é necessário haver equivalência entre os conteúdos e as cargas horárias dos programas da disciplina cursada na instituição em que realizou seus estudos e da disciplina correspondente do currículo do Curso de Graduação em Física da UFMG.

§1º. Serão aceitos requerimentos relacionados às disciplinas obrigatórias e optativas da matriz curricular do Curso.

§2º. Exceto no caso de alunos em programas de intercâmbio, a disciplina deve ter sido cursada antes do ingresso do requerente no curso de graduação da UFMG e a solicitação dessa dispensa tem que ser realizada no primeiro semestre após o seu ingresso.

§3º. Disciplinas de outra natureza poderão ter aproveitamento de estudos contabilizados como Tópicos em Física, Tópicos Especiais ou Formação Livre, a critério do Colegiado do Curso.

§4º. Só geram dispensa as disciplinas que foram cursadas há, no máximo, 10 anos, ou as que foram cursadas há mais tempo e que sejam pré-requisitos de outra cursada há menos de 10 anos e que também esteja sendo requerida dispensa.

§5º. Disciplinas que tenham conteúdo similar a outra já cursada no curso de Física não geram dispensa como Tópicos nem como Formação Livre.

§6º. Em qualquer hipótese, a dispensa de atividades acadêmicas deverá preservar um mínimo de 45 (quarenta e cinco) créditos a serem cursados pelo estudante em atividades acadêmicas do Curso, como requisito indispensável para a obtenção do título de graduado em Física pela UFMG.

**Art. 3º.** O interessado em obter aproveitamento de estudo deverá protocolar o requerimento junto ao Colegiado no prazo estabelecido pelo calendário acadêmico da UFMG.

§1º. A documentação obrigatória para se protocolar o requerimento é:

I - Formulário próprio para solicitação de aproveitamento de estudos.

II - Programa da disciplina cursada, contendo a íntegra do conteúdo e carga horária;

III - Histórico escolar do aluno na instituição em que realizou seus estudos;

IV - Comprovação de que a instituição em que realizou os seus estudos é autorizada ou reconhecida pelo MEC.

§2º. Os requerimentos de aproveitamento de estudos de disciplinas cursadas na UFMG ou em programa de intercâmbio após o ingresso do estudante no curso têm que ser encaminhados, no máximo, no semestre seguinte à realização da disciplina/atividade.

§3º. Os requerimentos de Participação em Eventos, Iniciação à Pesquisa, Docência e Extensão e Vivência Profissional têm que ser encaminhados, no máximo, no semestre seguinte à realização da disciplina/atividade.

§4º. As cópias dos documentos requisitados nos itens II, III e IV do parágrafo anterior deverão ser autenticadas, atividade que poderá ser executada pelo funcionário que receber o requerimento, mediante apresentação do original.

§5º. Caberá à Secretaria do Curso verificar se a documentação necessária está completa e se as condições para análise do pedido estão atendidas.

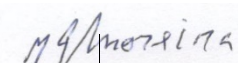
**Art. 4º.** A análise do requerimento será realizada por docente indicado pelo Coordenador do Curso.

**Art. 5º.** Os créditos, pontos, conceitos e cargas horárias das disciplinas reconhecidas como aproveitamento de estudos deverão ser registrados no histórico escolar do aluno e toda a documentação relativa ao requerimento deverá ser arquivada em sua pasta pessoal, na Seção de Ensino.

**Art. 6º.** Os casos omissos serão resolvidos pelo Colegiado de Coordenação Didática do Curso.

**Art. 7º -** Revogadas as disposições em contrário, a presente Resolução entra em vigor nesta data.

Belo Horizonte, 25 de setembro de 2015.

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. José Guilherme Moreira**  
**Coordenador do Colegiado do**  
**Curso de Graduação em Física**

## RESOLUÇÃO Nº 001/2016, DE 13 DE MAIO DE 2016.

Estabelece normas para a solicitação de continuidade de estudos no curso de Física.

O Colegiado de Coordenação Didática do Curso de Física, no uso de suas atribuições e considerando o disposto nas Normas Gerais da Graduação da UFMG;

### RESOLVE:

**Art. 1º** – O aluno que colou grau no curso de Física em uma das modalidades – bacharelado ou licenciatura – poderá solicitar o retorno ao curso para cursar a outra modalidade.

§1º - Só serão aceitas solicitações de alunos que disponham de tempo suficiente para a conclusão da nova modalidade dentro do prazo máximo de integralização de créditos, isto é, de 12 semestres para o curso bacharelado e 15 semestres para a licenciatura.

§2º - Não serão aceitas solicitações de alunos que tenham concluído o curso a mais do que 12 semestres.

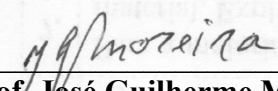
§3º - O aluno de Física noturno que concluiu a Licenciatura pode solicitar a continuidade de estudos no Bacharelado diurno.

§4º - O aluno de continuidade será incluído na versão curricular mais recente, em vigor no semestre em que ele fez a solicitação.

**Art. 2º** - Os casos omissos e especiais deverão ser apreciados e resolvidos pelo Colegiado.

**Art. 3º** - Revogadas as disposições em contrário, a presente Resolução entra em vigor nesta data.

Belo Horizonte, 13 de maio de 2016.

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. José Guilherme Moreira**  
**Coordenador do Colegiado do**  
**Curso de Graduação em Física**

## RESOLUÇÃO Nº 002/2016, DE 10 DE JUNHO DE 2016

Dispõe sobre o processo de inscrição e aproveitamento de estudos de alunos em intercâmbio.

O Colegiado de Coordenação Didática do Curso de Física, no uso de suas atribuições e com a finalidade de se adequar às necessidades específicas dos programas de intercâmbio,

### RESOLVE:

Art. 1º - O aluno interessado em um programa de intercâmbio deve entregar toda documentação exigida para o intercâmbio na secretaria do colegiado do curso, com prazo mínimo de sete dias, para análise, conferência e aprovação.

Art. 2º - Independente dos requisitos exigidos pelo programa de intercâmbio, o Colegiado só dará o aval e se envolverá no processo de aluno que tenha os seguintes requisitos:

- tenha sido aprovados em todas disciplinas obrigatórias do 1º e do 2º períodos de seu percurso curricular;
- seu RSG médio deve ser maior ou igual ao RSG médio dos alunos que tenham o mesmo ano/semestre de entrada e estejam na mesma modalidade;
- não tenham completado 90% dos créditos de sua versão curricular.

Art. 3º - No retorno, no prazo de 30 dias após sua chegada, o aluno deve apresentar o histórico escolar da instituição de destino, junto com o programa de todas as disciplinas que cursou, incluindo as em que não foi aprovado.

Art. 4º - Todas disciplinas serão registradas em seu histórico na UFMG, exceto as que tiverem conteúdo similar a disciplina já cursada aqui.

§1. Disciplinas que o aluno cursou na UFMG e não foi aprovado não podem ser dispensadas.

§2. Disciplinas obrigatórias serão aproveitadas desde que tenham carga horária e programa compatíveis com a versão do curso na UFMG.

§3. Disciplinas optativas poderão ser aproveitadas se o conteúdo for muito semelhante; caso contrário, serão aproveitadas como Tópicos em Física, Tópicos em Ensino de Física, Tópicos em Educação ou Tópicos Especiais, dependendo do assunto abordado.

§4. Outras disciplinas poderão ser aproveitadas como algum dos Tópicos ou ainda como Formação Livre.

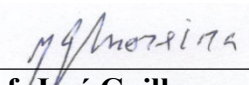
§5. As disciplinas em que o aluno não foi aprovado constarão no histórico como reprovação em Tópicos Especiais.

§6. Além das disciplinas, o aluno que desenvolveu outro projeto no intercâmbio também poderá solicitar créditos em Atividades Acadêmicas.

Art. 5º - Os casos omissos serão apreciados pelo Colegiado.

Art. 6º - Revogadas as disposições em contrário, a presente Resolução entra em vigor nesta data.

Belo Horizonte, 25 de setembro de 2015.

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. José Guilherme Moreira**  
**Coordenador do Colegiado do**  
**Curso de Graduação em Física**



**RESOLUÇÃO Nº 001/2017, DE 30 DE MARÇO DE 2017.**

***Reedita com alterações a Resolução 004/2015 que regulamenta o processo de Mudança de Turno no Curso de Graduação em Física da UFMG.***

O Colegiado do Curso de Graduação em Física, no uso de suas atribuições e observadas as resoluções pertinentes no âmbito da UFMG,

**RESOLVE:**

**Art. 1º.** Os pedidos de mudança de turno devem ser protocolizados na Secretaria do Colegiado até sete dias antes da data prevista no Calendário Acadêmico da UFMG para o envio ao Departamento de Registro e Controle Acadêmico (DRCA) da relação de alunos selecionados para mudança de turno no semestre letivo subsequente.

§ 1º. Os alunos que ingressarem no curso a partir de 2018, só poderão solicitar mudança de turno se entraram na UFMG através do processo seletivo regular.

**Art. 2º.** A mudança de turno ficará condicionada à existência de vagas no ano de entrada do solicitante, cujo total é 80, no diurno, e de 40, no noturno, por ano de entrada, independente da forma de ingresso do estudante. O número de vagas existentes por ano de entrada será divulgado pelo Colegiado até sete dias antes do prazo limite para inscrição.

**Art. 3º.** Caso o número de pedidos seja superior ao número de vagas, terão prioridade os alunos que:

I - comprovarem necessidade de mudança de turno relacionada a trabalho sob vínculo de subordinação empregatícia, ou exercício de cargo, emprego ou função pública, excluídos os de natureza exclusivamente comissionada ou de confiança;

II - tiverem concluído o maior número de créditos em disciplinas obrigatórias do Curso de origem;

III - apresentarem a maior média aritmética de rendimentos semestrais globais;

IV - tiverem a maior pontuação no processo seletivo de acesso à UFMG.

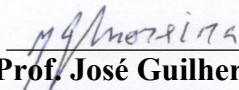
§ 1º. As situações relacionadas no caput constituem critérios absolutos de prioridade, somente podendo passar ao previsto no inciso seguinte se a aplicação do inciso anterior não for suficiente para o preenchimento das vagas ou para desempate dos candidatos.

§ 2º. É vedado equiparar à situação prevista no inciso I do caput qualquer forma de estágio, curricular ou não, atividade autônoma ou informal, ou atividade como sócio ou dirigente de empresa ou sociedade, sem vínculo de subordinação empregatícia.

**Art. 4º.** Os casos omissos serão resolvidos pelo Colegiado de Coordenação Didática do Curso.

**Art. 5º.** Revogadas as disposições em contrário, a presente Resolução entra em vigor nesta data.

Belo Horizonte, 30 de março de 2017.

  
**Prof. José Guilherme Moreira**  
**Coordenador do Colegiado do**

## Curso de Graduação em Física

RESOLUÇÃO N° 002/2017, DE 27 DE ABRIL DE 2017.

*Regulamenta o processo de Trancamento Parcial de Matrícula no Curso de Graduação em Física da UFMG.*

O Colegiado do Curso de Graduação em Física, no uso de suas atribuições e observadas as resoluções pertinentes no âmbito da UFMG, e considerando o disposto nos itens 37 e 65 das Normas Gerais da Graduação,

**RESOLVE:**

**Art. 1º.** O trancamento parcial de disciplina deverá ser solicitado pelo aluno dentro do prazo estipulado no calendário da UFMG e só será concedido se:

I – não for de uma disciplina obrigatória de semestre anterior;

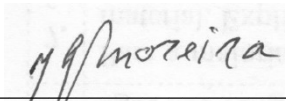
II – o número total de créditos não ficar abaixo do mínimo estipulado no currículo.

§ 1 – Se a irregularidade na sequência curricular foi provocada por um problema do qual o aluno não teve responsabilidade, esse trancamento poderá ser concedido.

**Art. 2º.** Os casos omissos serão resolvidos pelo Colegiado de Coordenação Didática do Curso.

**Art. 3º.** Revogadas as disposições em contrário, a presente Resolução entra em vigor nesta data.

Belo Horizonte, 27 de abril de 2017.

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. José Guilherme Moreira**  
**Coordenador do Colegiado do**  
**Curso de Graduação em Física**

**RESOLUÇÃO N° 001/2018, DE 22 DE MARÇO DE 2018.**

*Estabelece regras para os alunos do curso de Física se matricularem em disciplinas da Pós-graduação em Física.*

**O Colegiado do Curso de Graduação em Física**, no uso de suas atribuições e considerando que está prevista na estrutura curricular do curso de Bacharelado em Física a Formação Avançada composta por disciplinas da Pós-graduação em Física que preveem um processo seletivo,

**RESOLVE:**

**Art. 1º.** O aluno só pode solicitar matrícula em uma disciplina da Pós-graduação após ter cursado todas as disciplinas obrigatórias do Bacharelado e tiver um RSG médio calculado sobre as disciplinas obrigatórias do 5º ao 7º períodos do Bacharelado acima de 3.

§ 1. Uma exceção é o caso da oferta de disciplinas optativas ou de um Tópico na Pós-graduação quando o professor responsável poderá sinalizar aos Colegiados de Graduação e de Pós-graduação se essa disciplina/Tópico pode ser cursado por alunos da graduação e com quais pré-requisitos.

**Art. 2º.** O aluno poderá cursar, no máximo, 16 créditos de disciplinas da Pós-graduação.

**Art. 3º.** Os casos omissos serão resolvidos pelo Colegiado de Coordenação Didática do Curso de Graduação em Física.

Belo Horizonte, 22 de março de 2018.

---

**Prof. José Guilherme Moreira**  
**Coordenador do Colegiado do**  
**Curso de Graduação em Física**

## RESOLUÇÃO Nº 002/2018, DE 16 DE ABRIL DE 2018.

### *Regulamenta o processo de seleção de estudantes para os percursos do curso.*

O Colegiado do Curso de Graduação em Física, no uso de suas atribuições e considerando os percursos previstos na estrutura curricular do curso de Bacharelado em Física,

#### **RESOLVE:**

**Art. 1º.** Para cada semestre de entrada de estudantes serão destinadas as vagas de um percurso e os alunos ingressantes no mesmo semestre só concorrerão entre si.

§ 1. O aluno que tiver aproveitamento de estudos ao entrar no curso, será considerado de um semestre adiantado em relação ao semestre de entrada do número inteiro, arredondando para baixo, da divisão do número de créditos obtidos por aproveitamento de estudos dividido por 20.

**Art. 2º.** O aluno poderá pedir a mudança de percurso a partir do semestre anterior ao período em que está prevista a primeira disciplina obrigatória do percurso.

§ 1. O aluno só poderá solicitar a mudança para um percurso: (i) após ter concluído todas as disciplinas obrigatórias do Bacharelado anteriores ao semestre de inscrição no percurso; (ii) se o número de créditos necessários para integralização do curso, tendo em conta o novo percurso curricular, dividido por 20, não ultrapassar o número de semestres restantes para a integralização do currículo.

§ 2. As solicitações de mudança de percurso devem ser feitas junto ao Colegiado nas datas previstas no calendário acadêmico da UFMG.

**Art. 3º.** Caso haja mais estudantes inscritos para um percurso do que vagas, a classificação será realizada pelo RSG médio e, em caso de empate, pelo último RSG.

**Art. 4º.** Os casos omissos serão resolvidos pelo Colegiado de Coordenação Didática do Curso.

Belo Horizonte, 16 de abril de 2018.

---

**Prof. José Guilherme Moreira**  
**Coordenador do Colegiado do**  
**Curso de Graduação em Física**