



Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca

## **Bacharelado em Física**

Projeto de Abertura de Curso

Rio de Janeiro / 2017

## **Composição do CEFET/RJ**

### **Diretor-Geral**

Carlos Henrique Figueiredo Alves

### **Vice-Diretor-Geral**

Maurício Saldanha Motta

### **Diretoria de Ensino**

Gisele Maria Ribeiro Vieira

### **Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação**

Pedro Manuel Calas Lopes Pacheco

### **Diretoria de Extensão**

Maria Alice Caggiano de Lima

### **Diretoria de Administração e Planejamento**

Inessa Salomão

### **Diretoria de Gestão Estratégica**

Marcelo Sampaio dias Maciel

### **Departamento de Educação Superior**

Bernardo José Lima Gomes

### **Departamento de Física**

Hilário Antonio Rodrigues Gonçalves

### **Comissão responsável pela elaboração do projeto**

Dirceu Atanázio Portes Jr

Hilário Antonio Rodrigues Gonçalves

Natalia Ferreira

Nelson Luiz Panza Pereira da Silva

Clécio Roque De Bom (Itaguaí)

*“Os países de industrialização tardia exitosa tiveram suas estratégias assentadas em inflexões decisivas no contexto da educação e da ciência e tecnologia. O Brasil não promoveu essa revolução e, a despeito de avanços importantes, poderá perder oportunidades face à necessidade de se avançar rápido no domínio do conhecimento.”*<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Documento para Discussão Proposta da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2019, Ministério da ciência, Tecnologia e Inovação, 2015.

## Sumário

<b>1. Dados Gerais.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Justificativa e Relevância.....</b>	<b>5</b>
<b>3. Compatibilidade dos Objetivos do Curso com os Objetivos da Instituição .....</b>	<b>8</b>
<b>4. Perfil do Egresso .....</b>	<b>8</b>
<b>5. Adequação do curso às demandas do mercado de trabalho .....</b>	<b>10</b>
<b>6. Infraestrutura disponível .....</b>	<b>10</b>
<b>7. Infraestrutura a ser implantada .....</b>	<b>11</b>
<b>8. Corpo Docente Disponível .....</b>	<b>11</b>
<b>9. Corpo Docente a ser contratado .....</b>	<b>12</b>
<b>10. Matriz Curricular .....</b>	<b>12</b>
<b>11. Componentes Curriculares .....</b>	<b>14</b>
<b>12. Ementas das Disciplinas Obrigatórias.....</b>	<b>19</b>
<b>Anexo 1. Demandas de Docentes .....</b>	<b>36</b>
<b>Anexo 2. Infraestrutura de Laboratórios.....</b>	<b>38</b>
<b>Anexo 3. Infraestrutura a ser implantada .....</b>	<b>39</b>

## 1. Dados Gerais

<b>Curso:</b> Bacharelado em Física	<b>Local:</b> Campus Maracanã
<b>Titulação:</b> Bacharel em Física	<b>Número de Vagas:</b> 20 (entrada anual)
<b>Área de Conhecimento:</b> Ciências Exatas e da Terra	<b>Carga Horária Mínima do curso:</b> 2.400 horas <b>Carga Horária Prevista:</b> 2.400 horas
<b>Nível:</b> Superior	<b>Periodicidade:</b> semestral
<b>Turno:</b> Integral	<b>Modalidade:</b> presencial
<b>Tempo para integralização do curso:</b> 8 semestres a 16 semestres.	

## 2. Justificativa e Relevância

O mundo viveu grandes transformações nas últimas décadas, ditadas por um incrível desenvolvimento tecnológico, e que vem alterando profundamente as áreas do conhecimento científico bem como o nosso modo de vida. As ciências básicas e aplicadas têm gerado demandas tecnológicas nunca antes vistas, impulsionando diversas áreas e constituindo-se em grandes forças para a transformação de algumas indústrias de alta tecnologia e de alto valor agregado.

Na atualidade, nos países de economia desenvolvida ou em desenvolvimento, o conhecimento vem desempenhando um papel central, a ponto de se denominar o processo de acumulação em curso, assentado nessa centralidade do conhecimento, de *capitalismo cognitivo*<sup>2</sup>. Não é possível vislumbrar uma economia moderna, de crescimento sustentável com um setor produtivo e competitivo, que possa ignorar este fenômeno. O impacto social e cultural é tamanho que hoje se fala em “sociedade do conhecimento”. Neste contexto, o mercado de trabalho também se renova e se reestrutura para atender às demandas da economia e da sociedade, fazendo com que o conceito de produtividade esteja intimamente ligado ao de produção de novos conhecimentos científicos, tecnológicos e de inovação. Essas mudanças exigem profissionais que sejam capazes de ser especialistas e que, ao mesmo tempo, não percam uma perspectiva mais ampla.

O impacto da Física na economia e sua importância no meio empresarial e/ou industrial vêm sendo reconhecido em outros países e no Brasil: no Reino Unido há um fórum que se dedica a empresas que dependem do conhecimento na área de Física; a Austrália promove o “dia da Física na Indústria”; nos Estados Unidos existem os fóruns de premiação e interação de pesquisadores que contribuíram com o potencial da Física em aplicações industriais; em 2012 a Sociedade Brasileira de Física elaborou um relatório sobre a Física e o Desenvolvimento Nacional; em 2013, no Brasil, foi promovido o I Encontro de Física na Indústria. Um levantamento de junho de 2013 do *Institute of Physics* (IOP), no Reino Unido, indica que, em 2009, os negócios baseados em Física contribuíram com 8,5% da produção de

---

<sup>2</sup> Bases conceituais em pesquisa, desenvolvimento e inovação: Implicações para políticas no Brasil – Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010.

bens e serviços daquele país, exportando cerca de 100 bilhões de libras. Estas empresas contrataram 4% da força de trabalho do Reino Unido, cerca de 1 milhão de trabalhadores. Além disso, segundo o mesmo levantamento, o valor acrescentado bruto por trabalhador em negócios baseados em Física foi de cerca do dobro da média nacional.

Nos EUA, por exemplo, *um terço do PIB é oriundo de tecnologias baseadas na mecânica quântica, e indústrias baseadas na física têm um avanço diferenciado nos países mais desenvolvidos*<sup>3</sup>.

Na última década, o Brasil vem desempenhando um papel cada vez mais relevante no cenário econômico mundial e a demanda por desenvolvimento de tecnologia de ponta poderá ser uma condição necessária para a consolidação econômica do país no longo prazo. Para isso, o Brasil tem investido em grandes projetos de ciência que geram desafios crescentes.

Contudo o impacto da ciência e o papel da inovação na economia nacional encontram-se em um patamar ainda baixo, conforme mostra a tabela abaixo. Para que esta área se desenvolva é preciso que as Instituições de Ensino e Pesquisa se mobilizem a trazer e desenvolver estes conhecimentos localmente e produzir profissionais qualificados.<sup>4</sup>

PESQUISA SOBRE INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA INSTALADA NO BRASIL Período 1966 a 2002 (Fonte: MIC)				
EMPRESAS	TOTAL	BRASILEIRAS	ESTRANGEIRAS	MISTAS
Que Inovam	1.199 (1,7%)	742	394	63
Que Incorporam Inovação	15.311 (21,3%)	13.876	1.243	192
Que Não Inovam	55.486 (77,1%)	55.161	214	111
TOTAL	71.996	69.779	1.851	336

Segundo estudo publicado pelo IPEA, entre 2012 e 2014 aproximadamente 36% das empresas brasileiras introduziram algum tipo de inovação, sendo que, na indústria, cerca de 18,3% das empresas introduziram inovações de produtos e cerca de 32,7% introduziram inovações de processo. O investimento em P&D (interno e externo) em relação ao PIB cresceu de 0,58% em 2008 para 0,61% em 2014, conforme ilustram as tabelas 1 e 2 mostradas abaixo, extraídas da Nota Técnica nº 34 do IPEA<sup>5</sup>.

<sup>3</sup> Relatório Ciência para um Brasil Competitivo do CNPq sobre o PITCE (Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior) de 2004.

<sup>4</sup> *Ibidem*.

<sup>5</sup> IPEA, Nota Técnica nº 34, Inovação no Brasil: crescimento marginal no período recente, Dezembro 2016.

A título de comparação, os EUA investiram aproximadamente 2,8% do seu (PIB) em P&D, no ano de 2013. Deste total, 0,8% do PIB foram investimentos em P&D realizados pelo governo federal norte-americano. Esse percentual de investimento em relação ao PIB têm se mantido estável desde meados da década de 1970<sup>6</sup>.

**TABELA 1. Taxa de inovação na economia brasileira entre 2006 e 2014**

Período de referência	Taxa de inovação	Taxa de inovação de produto	Taxa de inovação de produto novo para o mercado nacional	Taxa de inovação de produto novo para o mercado mundial	Taxa de inovação de processo	Taxa de inovação de processo novo para o mercado nacional	Taxa de inovação de processo novo para o mercado mundial
<b>Indústria (extrativa e de transformação)</b>							
2006 - 2008	38,11%	22,85%	4,10%	0,27%	32,10%	2,32%	0,08%
2009 - 2011	35,56%	17,26%	3,66%	0,41%	31,67%	2,12%	0,21%
2012-2014	36,44%	18,27%	3,77%	0,42%	32,66%	2,56%	0,26%
<b>Serviços Selecionados</b>							
2006 - 2008	46,54%	37,73%	9,55%	0,50%	31,27%	3,15%	0,29%
2009 - 2011	36,82%	27,12%	8,81%	0,50%	31,47%	5,38%	0,15%
2012-2014	34,82%	25,46%	9,05%	0,85%	28,81%	3,70%	0,26%
<b>Eletricidade e Gás</b>							
2009 - 2011	44,13%	2,23%	1,59%	1,23%	43,70%	7,88%	4,10%
2012-2014	29,23%	7,15%	3,93%	0,85%	28,98%	6,83%	1,50%

\*Como entre 2008 e 2011 foi inserido o setor de “serviços de arquitetura e engenharia, testes e análises técnicas”, optou-se por reportar nesta tabela apenas os dados dos setores comuns às três edições. Os dados oficiais da PINTEC 2011, que não são diretamente comparáveis com a PINTEC 2008, indicam uma queda ainda maior que a apresentada, uma vez que o setor de “serviços de arquitetura e engenharia, testes e análises técnicas” é menos inovador que os demais.

**Tabela 2. Investimentos em P&D na economia entre 2008 e 2014 (R\$ mil correntes)**

	2008	2011	2014
Pintec - P&D Interno	15.229	19.955	24.702
Pintec - P&D externo	2.370	4.288	8.894
Pintec – P&D Total	17.599	24.242	33.597
PIB (R\$ milhões)	3.032.203	4.143.013	5.521.256
<b>P&amp;D Pintec / PIB</b>	<b>0,58%</b>	<b>0,59%</b>	<b>0,61%</b>

\*Como entre 2008 e 2011 foi inserido o setor de “serviços de arquitetura e engenharia, testes e análises técnicas”, optou-se por reportar apenas os dados dos setores comuns às três edições. Ainda que os gastos em P&D englobem apenas serviços selecionados, o PIB de serviços utilizado nesta tabela agrega todos os serviços divulgados pela Pesquisa Anual de Serviços - PAS.

Fontes: IBGE (Pintec, PIA Empresa e PAS) / Elaboração dos autores.

Os dados mostrados nestas publicações indicam que a economia brasileira apresenta ainda pequeno investimento em P&D, não obstante os avanços das últimas décadas. Entretanto, se o

<sup>6</sup> Investimentos em P&D do governo norte-americano: evolução e principais características, Fernanda De Negri Flávia de Holanda Schmidt Squeff, Ipea, Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior, n. 36, 2014.

Brasil pretende aproveitar um eventual novo ciclo de expansão econômica para impulsionar setores estratégicos da indústria nacional, precisará investir mais em ciência, tecnologia e inovação. Para que isso se realize, deveremos ver num futuro próximo a ampliação dos investimentos em ensino e formação em ciências básicas e matemática.

É dentro desse contexto mais amplo que a criação de um curso de bacharelado em Física no CEFET/RJ insere-se. Do ponto de vista institucional, o curso proposto atenderá a formação de alunos que almejam a carreira acadêmica ou mesmo posições no mercado. Os profissionais formados terão perfil adequado para ingressar no recém-criado Programa de Pós-Graduação em Instrumentação e Ótica Aplicada (PPGIO), ou nos demais programas de pós-graduação na área de engenharia existentes atualmente no CEFET/RJ. Além disso, o Rio de Janeiro abriga outros centros de pesquisa que ofertam cursos de pós-graduação em áreas específicas da Física, da Matemática e da Engenharia.

Destacamos que o CEFET/RJ possui em seu sistema um grupo de físicos de elevada qualificação, estrutura material de base adequada e, *last but not least*, uma localização territorial privilegiadíssima em relação às demais instituições públicas que oferecem o curso de Bacharelado em Física no Rio de Janeiro.

A presente proposta obedece as Diretrizes Curriculares para a Física fixadas pela Resolução CNE/CES 9, de 11 de março de 2002.

### **3. Compatibilidade dos Objetivos do Curso com os Objetivos da Instituição**

A criação de mais um curso de Graduação na Unidade Maracanã do CEFET/RJ vai ao encontro das finalidades e objetivos desta instituição de ensino superior pluricurricular. Durante as três últimas décadas o CEFET/RJ expandiu enormemente a oferta de cursos de nível superior, tanto no nível de graduação como no nível de pós-graduação. Vista em perspectiva, a abertura do curso de Bacharelado em Física é uma consequência do processo irreversível de universalização do ensino superior vivido recentemente pelo CEFET/RJ.

### **4. Perfil do Egresso**

O egresso do curso de Física do CEFET/RJ deverá ser um profissional com sólida base científica nas áreas de Física e Matemática, como prevê a Resolução CNE/CES 9 de 11/03/2002 : *o físico, seja qual for sua área de atuação, deve ser um profissional que, apoiado em conhecimentos sólidos e atualizados em Física, deve ser capaz de abordar e tratar problemas novos e tradicionais e deve estar sempre preocupado em buscar novas formas do saber e do fazer científico ou tecnológico. Em todas as suas atividades a atitude de*



*investigação deve estar sempre presente, embora associada a diferentes formas e objetivos de trabalho*<sup>7</sup>.

A formação do egresso deverá fornecer a ele uma visão que o torne apto à pesquisa básica e aplicada, desenvolvimento científico e tecnológico, e inovação. O profissional deverá ser capaz de identificar e desenvolver produtos e processos de alto valor agregado para demandas da área tecnológica, em especial nos ramos que dependem diretamente ou envolvem a Física Clássica, Moderna e Contemporânea, além de ter a capacidade de atuar e dominar o arcabouço ferramental das áreas de Computação, Física Estatística, Física Nuclear, Atômica e Molecular, Óptica, Fotônica, e Física do Estado Sólido, entre outras. Para o desenvolvimento pleno do profissional, ele também deverá ter uma formação humanística que o permita levar em conta os aspectos econômicos, culturais, sociais e ambientais das demandas nas quais ele irá atuar. O profissional também deverá estar apto a buscar novos conhecimentos, tecnologias e ser capaz de divulgá-los eficaz e eficientemente.

Observando a resolução do CNE/CES 9/2002, definimos como as atividades/competências esperadas do egresso do curso de Bacharelado em Física do CEFET/RJ:

- dominar princípios gerais e fundamentos da Física, estando familiarizado com suas áreas clássicas e modernas;
- descrever e explicar fenômenos naturais, processos e equipamentos tecnológicos em termos de conceitos, teorias e princípios físicos gerais;
- diagnosticar, formular e encaminhar a solução de problemas físicos, experimentais ou teóricos, práticos ou abstratos, fazendo uso dos instrumentos laboratoriais ou matemáticos apropriados;
- manter atualizada sua cultura científica geral e sua cultura técnica profissional específica;
- desenvolver uma ética de atuação profissional e a consequente responsabilidade social, compreendendo a Ciência como conhecimento histórico, desenvolvido em diferentes contextos sócio-políticos, culturais e econômicos.

O desenvolvimento das competências apontadas acima está vinculado à aquisição de determinadas *habilidades*, também básicas:

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

---

<sup>7</sup> Resolução CNE/CES 9, 2002.

computacional;

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

## **5. Adequação do curso às demandas do mercado de trabalho**

A regulamentação da profissão de físico, através da (PLC) 101/2012 aprovada na Comissão de Assuntos Sociais do Senado Federal em 2016, deve expandir o mercado do bacharel em Física. O projeto retorna à Câmara Federal para nova apreciação dos deputados, para então seguir para sanção presidencial.

O Estado do Rio de Janeiro agrega vários centros de pesquisa de empresas e também de Unidades de Pesquisa (UPs) federais das áreas de Ciência, Tecnologia e Inovação. Em especial, destacamos os centros da área de Petróleo e Gás (e.g. Centro de Pesquisas Leopoldo Miguez - CENPES/ Petrobrás), e os centros de pesquisas de indústrias de alta tecnologia, como a General Electric (primeiro na América Latina, inaugurado em novembro de 2014) e a IBM, criando assim um ambiente favorável para inserção de profissionais de engenharia voltados para aplicações de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), um perfil no qual o físico se enquadra naturalmente. Adicionalmente, o elevado número de UPs também favorece um maior número de oportunidades, em especial na carreira de nível superior do CNPq denominada Tecnologista. Desta forma, os egressos poderão suprir algumas demandas em crescimento por profissionais qualificados para atuar em centros de pesquisa na indústria e na área tecnológica em geral. Os físicos hoje também encontram espaço no mercado corporativo, em instituições financeiras, indústrias e departamentos de tecnologia da informação de grandes empresas. Por exemplo, a Petrobras contrata para atuar em pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias de prospecção e extração de petróleo. Na área de física médica, há demanda em radioterapia e medicina nuclear. A Comissão Nacional de Energia Nuclear exige que institutos e clínicas de medicina nuclear mantenham um físico responsável pelo controle de dosagem e pela proteção radiológica. O Rio de Janeiro, assim como as regiões Sul e Sudeste, concentram as vagas em grandes empresas, centros de pesquisa e na área acadêmica em universidades públicas.

## **6. Infraestrutura disponível**

O curso de Bacharelado em Física conta com a infraestrutura de diversos laboratórios. Em especial, contará com os Laboratórios de Física Básica, já existentes, e que atendem hoje aos bacharelados de Engenharia (ver descrição abaixo no Anexo II).

Os alunos também terão à disposição os laboratórios de uso comum e de informática do CEFET/RJ, como a Coordenadoria de Laboratórios de Análise Numérica (COLAN) e o Laboratório do Quiosque de Informática.

Para o desenvolvimento de atividades de pesquisa experimental, o aluno terá à sua disposição o Laboratório de Física Experimental e Aplicada (LAFEA), sob a coordenação da pesquisadora Dra. Ana Lucia Ferreira de Barros, e o Laboratório de Fotônica (LAFOT), sob a coordenação da pesquisadora Dra. Maria Aparecida Gonçalves Martinez. No LAFEA são desenvolvidas as seguintes linhas de pesquisa: Física da Sonoluminescência; processos de deposição de filmes finos de nanocompostos; espectrometria de massa por tempo de voo e gelos astrofísicos, com ênfase em gelo de água. No LAFOT são desenvolvidos de projetos de pesquisa na área de fotonica, abordando aspectos fundamentais e aplicados em dispositivos e sistemas ópticos. No LAFOT pesquisa-se efeitos não lineares em fibras ópticas, como mistura de quatro ondas e espalhamento Raman e propriedades magneto-ópticas de metais nanoestruturados em material semiconductor. No LAFOT estuda-se sistemas ópticos de alta capacidade e longo alcance, redes de acesso à fibra óptica e sensores de fibra óptica. Dispõe atualmente de recursos computacionais de alto desempenho e software de simulação de sistemas ópticos.

Os laboratórios LAFEA e LAFOT são dedicados a pesquisas em iniciação científica, e aos programas de Mestrado em Engenharia Elétrica (PPEEL) e de Doutorado em Instrumentação e Ótica Aplicada (PPGIO).

## 7. Infraestrutura a ser implantada

As demandas específicas dos Laboratórios de Física Básica e de Física Moderna estão descritas abaixo no Anexo III.

## 8. Corpo Docente Disponível

A maior parte das disciplinas do curso será ministrada por professores do departamento de Física. As disciplinas de matemática do ciclo básico serão ofertadas pelo departamento de Matemática. A maior parte dos docentes possui o título de Doutor. Os docentes da área de Física envolvidos no projeto são listados a seguir

Nome	Formação	Titulação	Regime de Trabalho	Disciplinas/ Carga horária atual	Disciplinas/ Carga horária prevista
Álvaro Nogueira	Físico	Doutorado	40h/DE	Física Básica/10	Ciclo Básico e Prof./4
Ana Barros	Física	Doutorado	40h/DE	Física Básica/10	Ciclo Básico e Prof./4
Antonio Domingues	Físico	Mestrado	40h/DE	Física Básica/10	Ciclo Básico e Prof./4
Carolina Vannier	Física	Doutorado	40h/DE	Física Básica/10	Ciclo Básico e Prof./4
Dirceu Portes Jr	Físico	Doutorado	40h/DE	Física Básica/10	Ciclo Básico e Prof./4

Hilário Rodrigues	Físico	Doutorado	40h/DE	Física Básica/10	Ciclo Básico e Prof./4
Natália Ferreira	Física	Doutorado	40h/DE	Física Básica/10	Ciclo Básico e Prof./4
Nelson Panza	Físico	Doutorado	40h/DE	Física Básica/10	Ciclo Básico e Prof./4
Ozemar Ventura	Físico	Doutorado	40h/DE	Física Básica/10	Ciclo Básico e Prof./4
Ricardo Paschoal	Físico	Doutorado	40h/DE	Física Básica/10	Ciclo Básico e Prof./4
Sheila Cristina	Física	Doutorado	40h/DE	Física Básica/10	Ciclo Básico e Prof./4

## 9. Corpo Docente a ser contratado

Descrevemos no Anexo I a demanda docente necessária para o funcionamento do curso.

## 10. Matriz Curricular

1º período	2º período	3º período	4º período	5º período	6º período	7º período	8º período
Cálculo a uma variável (5-0-0)5	Cálculo a várias variáveis (4-0-0)4	Física Matemática I (4-0-0)4	Física Matemática II (5-0-0)5	Física Matemática III (4-0-0)4	Eletromagnetismo II (4-0-0)4	Mecânica Estatística (4-0-0)4	
Álgebra Linear I (2-0-0)2	Álgebra Linear II (3-0-0)3	Estatística (3-0-0)3	Mecânica Geral (4-0-0)4	Eletromagnetismo I (4-0-0)4	Mecânica Quântica I (4-0-0)4	Mecânica Quântica II (4-0-0)4	Física da Matéria Condensada (4-0-0)4
Física Básica I (4-0-0)4	Física Básica II (4-0-0)4	Física Básica III (4-0-0)4	Física Básica IV (4-0-0)4	Física Moderna (4-0-0)4	Mecânica Analítica II (4-0-0)4	Física Nuclear e Partículas Elem. (4-0-0)4	Mec. Quântica Relativística (4-0-0)4
Práticas de Física I (0-2-0)1	Práticas de Física II (0-2-0)1	Práticas de Física III (0-2-0)1	Práticas de Física IV (0-2-0)1	Práticas de Física Moderna (0-2-0)1	Termodinâmica (4-0-0)	Física Atômica e Molecular (4-0-0)4	
	Computação (2-2-0)3		Física Computacional I (2-2-0)3	Mecânica Analítica I (4-0-0)4		Monografia (0-4-0)	Monografia (0-4-0)
	Extensão		Extensão	Optativa (4-0-0)4	Optativa (4-0-0)4	Optativa (4-0-0)4	Optativa (4-0-0)4

Para a conclusão do curso, a Resolução do CNE/CES 9 de 11/03/2002, que fixa as Diretrizes Curriculares para a Física, sugere uma carga horária mínima de 2.400 horas de atividades. O curso proposto totaliza 1.296 (50%) horas-aula de disciplinas obrigatórias no ciclo básico e 1.296 horas-aula (50%) de disciplinas no ciclo profissional. A carga horária

prevista não deve ultrapassar mais de 10% da carga horária mínima (em hora-relógio), conforme a **Resolução 10/2016 do CODIR**.

O currículo do curso é composto por disciplinas obrigatórias, optativas, e de extensão como mostra a tabela abaixo.

	<b>Créditos</b>	<b>Carga Horária (hora-aula)</b>	<b>Carga Horária (hora-relógio)</b>
Disciplinas Obrigatórias	117	2304	1920
Disciplinas Optativas	16	288	240
Extensão	0	288	240
<b>Total</b>	<b>133</b>	<b>2880</b>	<b>2400</b>

A carga horária obrigatória desenvolvida em sala de aula deve ser complementada com atividades de cunho científico, como projetos de iniciação científica e pesquisa em laboratório.

A integralização da carga horária inclui a obrigatoriedade de o aluno cursar no mínimo doze (16) créditos em disciplinas optativas. As disciplinas optativas são disciplinas de livre escolha do aluno a partir de um elenco oferecido para o curso, que complementam a formação profissional, numa determinada área ou subárea de conhecimento, e que permitem ao aluno iniciar-se numa diversificação do curso.

Uma das metas do Plano Nacional de Educação (PNE) para 2014-2024 é assegurar um mínimo de 10% do total dos créditos da estrutura curricular dos cursos de graduação em programas e projetos de extensão. Sendo assim, a participação do aluno em projetos de extensão é obrigatória, devendo integralizar o total de 288 horas-aula, sendo de livre escolha do aluno regular, para fins de enriquecimento cultural, de aprofundamento e/ou atualização de conhecimentos específicos que complementem a formação acadêmica. As atividades de extensão devem ter cunho humanístico, e deverão tratar de temas tais como inclusão social, sustentabilidade ambiental, educação ambiental, relações étnico-raciais, etc.

<b>Núcleo de Conteúdos</b>	<b>Carga-horária (hora-aula)</b>	<b>Carga-horária (hora-relógio)</b>	<b>Carga Horária Percentual</b>
<b>Básicos</b>	1296	1080	45,0%
<b>Profissionais<sup>(*)</sup></b>	1296	1080	45,0%
<b>Optativas</b>	288	240	(10,0%)
<b>Extensão</b>	288	240	10,0%
<b>Monografia</b>	144	120	(5,0%)
<b>(*) inclui três disciplinas optativas e monografia.</b>			

## 11. Componentes Curriculares

Em conformidade com a Resolução do CNE/CES 9 de 11/03/2002, identificamos as disciplinas por núcleos básicos ou comuns e profissionalizantes. Detalhamos a seguir o elenco de disciplinas obrigatórias do curso de Física.

### 1º período

DISCIPLINA						PRÉ – REQUISITO
CÓDIGO	TÍTULO	AULAS SEMANAIS			CARGA HORÁRIA SEMESTRAL	
		T	P	E		
GEXT 7301	Cálculo a uma variável	5	0	0	90	-
GEXT 7501	Álgebra Linear I	2	0	0	36	-
GFIS	Física Básica I	4	0	0	72	-
GFIS	Práticas de Física I	0	2	0	36	-
Total		11	2	0	234	

### 2º período

DISCIPLINA						PRÉ – REQUISITO
CÓDIGO	TÍTULO	AULAS SEMANAIS			CARGA HORÁRIA SEMESTRAL	
		T	P	E		
GEXT 7302	Cálculo a Várias Variáveis	4	0	0	72	Cálculo a uma variável
GEXT 7502	Álgebra Linear II	3	0	0	54	Álgebra Linear I
GEXT 7401	Computação	2	2	0	72	Álgebra Linear I
GFIS	Física Básica II	4	0	0	72	Física Básica I, Práticas de Física I, Cálculo a uma Variável
GFIS	Práticas de Física II	0	2	0	36	Física Básica I, Práticas de Física I
Total		12	4	0	306	

## 3º período

DISCIPLINA						PRÉ – REQUISITO
CÓDIGO	TÍTULO	AULAS SEMANAIS			CARGA HORÁRIA SEMESTRAL	
		T	P	E		
	Física Matemática I	4	0	0	72	Cálculo a Várias Variáveis, Álgebra Linear II
GEXT 7601	Estatística	3	0	0	54	Cálculo a Várias Variáveis
	Física Básica III	4	0	0	72	Física Básica II, Práticas de Física II, Cálculo a Várias Variáveis
	Práticas de Física III	0	2	0	36	Física Básica II, Práticas de Física II
Total		11	2	0	234	

## 4º período

DISCIPLINA						PRÉ – REQUISITO
CÓDIGO	TÍTULO	AULAS SEMANAIS			CARGA HORÁRIA SEMESTRAL	
		T	P	E		
	Física Matemática II	5	0	0	90	Física Matemática I
	Física Básica IV	4	0	0	72	Física Básica III, Práticas de Física III
	Práticas de Física IV	0	2	0	36	Física Básica III, Práticas de Física III
	Mecânica Geral	4	0	0	72	Cálculo a Várias Variáveis, Física Básica I
	Física Computacional I	2	2	0	72	Física Matemática I, Álgebra Linear II, Computação
Total		15	4	0	342	

## 5º período

DISCIPLINA						PRÉ – REQUISITO
CÓDIGO	TÍTULO	AULAS SEMANAIS			CARGA HORÁRIA SEMESTRAL	
		T	P	E		
	Física Matemática III	4	0	0	72	Física Matemática II
	Física Moderna	4	0	0	72	Física Básica IV
	Práticas de Física Moderna	0	2	0	36	Práticas de Física IV
	Eletromagnetismo I	4	0	0	72	Física Matemática II
	Mecânica Analítica I	4	0	0	72	Mecânica Geral, Física Matemática II
Total		16	2	0	324	

## 6º período

DISCIPLINA						PRÉ – REQUISITO
CÓDIGO	TÍTULO	AULAS SEMANAIS			CARGA HORÁRIA SEMESTRAL	
		T	P	E		
	Eletromagnetismo II	4	0	0	72	Eletrodinâmica I
	Mecânica Quântica I	4	0	0	72	Física Moderna, Física Matemática II
	Mecânica Analítica II	4	0	0	72	Mecânica Analítica I
	Termodinâmica	4	0	0	72	Física Matemática III, Física Básica II
Total		16	0	0	288	



## 7º período

DISCIPLINA						PRÉ – REQUISITO
CÓDIGO	TÍTULO	AULAS SEMANAIS			CARGA HORÁRIA SEMESTRAL	
		T	P	E		
	Mecânica Estatística	4	0	0	72	Física Moderna, Física Matemática II, Mecânica Quântica I
	Mecânica Quântica II	4	0	0	72	Mecânica Quântica I
	Física Nuclear e Partículas Elementares	4	0	0	72	Mecânica Quântica I
	Física Atômica e Molecular	4	0	0	72	Mecânica Quântica I
	Monografia I	0	4	0	72	
Total		16	4	0	360	

## 8º período

DISCIPLINA						PRÉ – REQUISITO
CÓDIGO	TÍTULO	AULAS SEMANAIS			CARGA HORÁRIA SEMESTRAL	
		T	P	E		
	Física da Matéria Condensada	4	0	0	72	Mecânica Estatística, Mecânica Quântica II
	Mecânica Quântica Relativística	4	0	0	72	Mecânica Quântica II
	Monografia II	0	4	0	72	
Total		8	4	0	216	

Abaixo elencamos o conjunto de disciplinas optativas propostas. A disciplina de **LIBRAS** faz parte deste elenco, segundo Decreto 5.626 de 22 de dezembro de 2005, que regulamenta a Lei 10.436 de 24 de abril de 2002.

DISCIPLINA OPTATIVA							PRÉ – REQUISITO	
CÓDIGO	TÍTULO	AULAS SEMANAIS			CRÉDITOS	CARGA HORÁRIA SEMES TRAL	CÓDIGO	TÍTULO
		T	P	E				
	Teoria Quântica de Campos	4	0	0	4	72	---	---
	Relatividade Geral	4	0	0	4	72	---	---
	Introdução à Cosmologia	4	0	0	4	72	---	---
	Teoria de Grupos	4	0	0	4	72	---	---
	Mecânica dos Fluidos	4	0	0	4	72	---	---
	Astrofísica Nuclear Teórica	4	0	0	4	72	---	---
	Modelos de Interações Hadrônicas	4	0	0	4	72	---	---
	Física Computacional II	2	2	0	3	72	---	---
	Tópicos de Física Contemporânea I	4	0	0	4	72	---	---
	Tópicos de Física Contemporânea II	4	0	0	4	72	---	---
	Tópicos de Física Contemporânea III	4	0	0	4	72	---	---
	Instrumentação em Física Contemporânea	2	2	0	3	72	---	---
	Física das Radiações	4	0	0	4	72	---	---
	História e Filosofia da Ciência	4	0	0	4	72	---	---
	Evolução das idéias da Física	4	0	0	4	72	---	---
	Ótica Quântica	4	0	0	4	72	---	---
	Fotônica	2	2	0	3	72	---	---
	Ótica Clássica	4	0	0	4	72	---	---
	Spintrônica	4	0	0	4	72	---	---
GEDA 7802	LIBRAS- Língua Brasileira de Sinais	2	0	0	2	36	---	---

## 12. Ementas das Disciplinas Obrigatórias

Apresentamos a seguir as ementas das disciplinas obrigatórias do curso de Bacharelado em Física do CEFET/RJ.

1º Período	Código GEXT 7301	Cálculo a uma variável	Carga Horária (Teórica)	90 h-a
<b>EMENTA</b>				
Números Reais. Funções Reais. Limites de Funções Reais e Continuidade. Derivação. Taxas Relacionadas. Teoremas de Rolle, do Valor Médio e L' Hôpital. Funções crescentes e decrescentes, convexidade, Máximos e Mínimos. Traçados de Gráficos. Integrais. Anti-Derivada. Soma de Riemman. Técnicas de Integração. Integrais Definidas. Integrais Impróprias. Aplicações de Integrais: áreas e volumes de sólidos de revolução.				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
1. STEWART, J. Cálculo, 7ª Ed., vol. 1, Cengage CT, 2013. 2. LEITHOLD, L., O cálculo com geometria analítica, 3ª Ed., vol. 1, Harbra, 1994. 3. GUIDORIZZI, H., Um curso de Cálculo, 1ª Ed., vols. 1 e 2, LTC, 2001.				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
1. SANTOS, A. R e BIANCHINI, W., Aprendendo Cálculo com Maple. Cálculo de Uma Variável, LTC, 2002. 2. ANTON, H., Cálculo: Um Novo Horizonte, 6ª Ed., vols.1 e 2, Bookman, 2000. 3. THOMAS, G. B., Cálculo, vol. 1, Pearson Education, 2008. 4. SIMMONS, G. F. Cálculo com geometria analítica, vol. 1, Makron Books, 1996. 5. KAPLAN, W., Cálculo Avançado, vol. 1, Edgard Blücher, 1985.				

1º Período	Código GEXT 7501	Álgebra Linear I	Carga Horária (Teórica)	36 h-a
<b>EMENTA</b>				
Álgebra de Vetores no Plano e no Espaço. Retas. Planos. Cônicas e Quádricas. Sistemas Lineares. Matrizes. Produtos interno, vetorial, misto.				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
1. STEINBRUCH, A. e WINTERLE, P., Álgebra Linear, 2ª Ed., Makron Books: MacGrawHill, 1987. 2. BOLDRINI, J. L. et AL, Álgebra Linear, 3ª Ed. ampl. rev., Harbra, 1984. 3. REIS, G. L., SILVA, V. V., Geometria Analítica, Livros Técnicos e Científicos, 1984.				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
1. LIMA, E. L., Álgebra Linear, 2ª Ed., IMPA, 1996. 2. LIPSCHUTZ, S., Álgebra Linear, MacGraw-Hill, 1968. 3. CARVALHO, J. P., Álgebra Linear: Introdução, 2ª Ed., Livros Técnicos e Científicos: Ed. da UnB, 1977-1979. 4. MURDOCH, D.C. Álgebra Linear, Livros Técnicos e Científicos, 1972. 5. HOFFMAN, K., Álgebra Linear, EDUSP: Polígono, 1971.				

<b>1º Período</b>	<b>Código</b>	<b>Física Básica I</b>	<b>Carga Horária (Teórica)</b>	<b>72 h-a</b>
<b>EMENTA</b>				
Cinemática da partícula. Dinâmica da partícula. Trabalho e energia. Forças conservativas, energia potencial e energia mecânica. Momento linear e conservação do momento linear. Dinâmica de um sistema de partículas. Colisões. Cinemática rotacional. Torque. Momento de inércia dos corpos rígidos. Equilíbrio de corpos rígidos. Momento angular e sua conservação. Rolamento de corpos rígidos. Força Central. Gravitação. O Sol e o clima da Terra. Posições Terra-Sol e as estações do ano. Ciclos de Milankovitch. Produção sustentável de energia e conservação de energia.				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
1. KNIGH, Randall, Física – Uma Abordagem Estratégica, volume 1, Ed. , 2ª Ed. Bookman, 2009. 2. ALONSO, M. S. & FINN, E. J. Física. Volume I, Ed. Edgar Blücher, São Paulo. 3. HALLIDAY, D. et al. Fundamentos da Física, volumes 1 e 2; Ed. LTC, 10ª Ed., 2016. 4. NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica, volume 1: Mecânica, Ed. Edgar Blücher, São Paulo.				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
1. TIPPLER, P. A. Física, volume II, Eletricidade e Magnetismo, Ótica; Editora LTC – Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro. 2. SERWAY, R. A. Física, volumes 3, Editora LTC – Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro. 3. SEARS, F. W. & ZEMANSKY, M. W. Física. Volume III. Editora LTC. Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro.				

<b>1º Período</b>	<b>Código</b>	<b>Práticas de Física I</b>	<b>Carga Horária (Prática)</b>	<b>36 h-a</b>
<b>EMENTA</b>				
Algarismos significativos. Propagação e distribuição de erros. Gráficos. Cinemática de partícula: movimento uniforme, acelerado, circular uniforme. Plano inclinado. Dinâmica da partícula: estudo da queda livre e equilíbrio. Determinação do coeficiente de atrito. Conservação da energia mecânica e momento linear. Colisões.				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
1. ALONSO, M. S. & FINN, E. J. Física. Volume II, Ed. Edgar Blücher, São Paulo. 2. HALLIDAY, D. et al. Fundamentos da Física, volume 3, Ed. LTC, 10ª Ed., 2016. 3. NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica, volume 3: Eletromagnetismo, Ed. Edgar Blücher, São São Paulo.				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
1. TIPPLER, P. A. Física, volume II, Eletricidade e Magnetismo, Ótica; Editora LTC – Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro. 2. SERWAY, R. A. Física, volumes 3, Editora LTC – Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro. 3. SEARS, F. W. & ZEMANSKY, M. W. Física. Volume III. Editora LTC. Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro.				

2º Período	Código GEXT 7302	Cálculo a várias variáveis	Carga Horária (Teórica)	72 h-a
<b>EMENTA</b>				
Funções reais de várias variáveis. Derivação de Funções de várias variáveis. Gradiente. Máximos e Mínimos. Multiplicadores de Lagrange. Integrais Duplas e Triplas.				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
1. LEITHOLD, Louis. O Cálculo com Geometria Analítica. 3.ed. São Paulo: Harbra, 2002. vol. 1 e 2.				
2. PINTO, Diomara; MORGADO, Maria Cândida Ferreira. Cálculo Diferencial e Integral de Funções de Várias Variáveis. 3.ed. Rio de Janeiro: UFRJ, 2004.				
3. BORTOLOSSI, Humberto; Cálculo de Varias Variáveis - Uma Introdução a Teoria da Otimização. 1.ed. Rio de Janeiro, PUC-Rio, 2001.				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
1. SIMMONS, G. F., Cálculo com Geometria Analítica. 1ª Ed., vol. 2, Pearson Education, 2003.				
2. HAZZAN, Samuel; BUSSAB, Wilton O. Cálculo: funções de várias variáveis. 2.ed. São Paulo: Atual, 1993.				
3. PINTO, Diomara. Cálculo diferencial e integral de funções de várias variáveis. Rio de Janeiro: Ed. da UFRJ, 2005.				
4. LANG, Serge. Cálculo, v.2. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1974.				
5. BOULOS, Paulo. Introdução ao cálculo: volume III: cálculo diferencial: várias variáveis. São Paulo: Edgard Blucher, 1978.				

2º Período	Código GEXT 7502	Álgebra Linear II	Carga Horária (Teórica)	54 h-a
<b>EMENTA</b>				
Espaços vetoriais. Transformações lineares. Autovalores e autovetores				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
1. BOLDRINI, J.L., Costa, S.R., RIBEIRO, V.L. e WETZLER, W.G., Álgebra linear, Editora Harper & Row do Brasil Ltda., São Paulo, 3ª Edição.				
2. ANTON, Haaward, Álgebra Linear, Editora Campus, Rio de Janeiro, 1982.				
3. LIPSCHUTZ, S., Álgebra Linear, Coleção Schaum, Editora McGraw-Hill do Brasil Ltda., Rio de Janeiro, 1987.				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
1. GUELLI, Cid A.; Álgebra II. São Paulo: Moderna. 1. lígono, 1971.				
2. HADLEY, George. Linear algebra. Reading, Mass: Addison Wesley, 1961.				
3. KAPLANSKY, Irving. Linear algebra and geometry: a second course. Mineola, NY: Dover Publications, 2003.				
4. SANTOS, Nathan M.; GARCIA, Nelson M. Vetores e matrizes: uma introdução à álgebra linear. 4.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2007.				
5. CARVALHO, João P. Vetores, geometria analítica e álgebra linear: um tratamento moderno. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1976.				

2º Período	Código GEXT 7401	Computação	Carga Horária (Teo./Prática)	72 h-a
------------	---------------------	------------	---------------------------------	--------

**EMENTA**

Conceitos básicos de computação. Aplicações típicas de computadores digitais. Linguagens básicas e sistemas operacionais. Algoritmos, técnicas de programação. Estudo de uma linguagem de alto nível e execução de programas.

**BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

1. VELLOSO, Fernando C., Informática - Uma introdução, Editora Campus, Rio de Janeiro, 1988.
2. TREYBLAY/BUNT, Ciências dos Computadores/Uma Abordagem Algorítmica, Ed.McGraw-Hill, S.P , 1989.
3. PACITTI, Tércio, Fortran IV, LTC Editora S/A, Rio de Janeiro, 1987.

**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

1. CORMEN, Thomas H.; MATOS, Jussara P. Algoritmos: teoria e prática. Rio de Janeiro: Campus, 2002.
2. GUIMARAES, Angelo M. Algoritmos e estruturas de dados. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1994.
3. PEREIRA, Silvio L. Estrutura de dados fundamentais: conceitos e aplicações. 7.ed. São Paulo: Érica, 2003.
4. VELOSO, Paulo. Estruturas de dados. Rio de Janeiro: Elsevier: Campus, 1983.
5. ELLIS, Margaret A. C++: manual de referencia comentado. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

<b>2º Período</b>	<b>Código</b>	<b>Física Básica II</b>	<b>Carga Horária (Teórica)</b>	<b>54 h-a</b>
<b>EMENTA</b>				
<p>Fluidos: densidade. Pressão. Princípio de Stevin. Princípio de Pascal. Princípio de Arquimedes . escoamento de fluidos: Tipos de escoamento. Linhas de corrente e equação da continuidade. Equação de Bernoulli. Viscosidade. Temperatura e a lei zero da termodinâmica. Expansão térmica de sólidos e líquidos. Descrição macroscópica de um gás ideal. Calorimetria Trabalho e calor em processos termodinâmicos. Primeira lei da termodinâmica. Aplicações da primeira lei. Teoria cinética dos gases. Máquinas térmicas, refrigeradores e a segunda lei da termodinâmica. Ciclo de Carnot. Processos reversíveis e irreversíveis – entropia. Interpretação microscópica da entropia. O Sol e o clima da Terra. Transferência de energia térmica; condução de calor; convecção; radiação eletromagnética. Circulação de ar na atmosfera. O Efeito Estufa. Balanço radiativo Terra-Sol; o papel da atmosfera terrestre e gases do efeito estufa.</p>				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. KNIGH, Randall, Física – Uma Abordagem Estratégica, volume 2, Ed. , 2ª Ed. Bookman, 2009.</li> <li>2. ALONSO, M. S. &amp; FINN, E. J. Física. Volume I, Ed. Edgar Blücher, São Paulo.</li> <li>3. HALLIDAY, D. et al. Fundamentos da Física, volume 2, Ed. LTC, 10ª Ed., 2016.</li> <li>4. NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica, volume 2: Mecânica, Ed. Edgard Blücher, São São Paulo.</li> </ol>				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. TIPPLER, P. A. Física, volume I, Editora LTC – Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro.</li> <li>2. SERWAY, R. A. Física, volume 2, Editora LTC – Livros Técnicos e Científicos. Rio de</li> </ol>				

Janeiro.

3. SEARS, F. W. & ZEMANSKY, M. W. Física. volume 2. Editora LTC. Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro.

4. LUIZ, A. M., Física, vol. 2, Livraria da Física, São Paulo, 2007.

2º Período	Código	Práticas de Física II	Carga Horária (Prática)	36 h-a
<b>EMENTA</b>				
Cinemática da partícula. Determinação de momento de inércia. Pêndulo físico. Movimento harmônico simples e amortecido. Viscosidade de líquidos. Velocidade do som. Ressonância em cordas vibrantes. Capacidade calorífica. Equivalente mecânico.				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
1. ALONSO, M. S. & FINN, E. J. Física. Volume II, Ed. Edgar Blücher, São Paulo. 2. HALLIDAY, D. et al. Fundamentos da Física, volume 3, Ed. LTC, 10ª Ed., 2016. 3. NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica, volume 3: Eletromagnetismo, Ed. Edgard Blücher, São São Paulo.				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
1. TIPPLER, P. A. Física, volume II, Eletricidade e Magnetismo, Ótica; Editora LTC – Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro. 2. SERWAY, R. A. Física, volumes 3, Editora LTC – Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro. 3. SEARS, F. W. & ZEMANSKY, M. W. Física. Volume III. Editora LTC. Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro.				

3º Período	Código	Física Matemática I	Carga Horária (Teórica)	72h-a
<b>EMENTA</b>				
A O Cálculo vetorial: Campos escalares e vetoriais. Limites, continuidade e diferenciabilidade. Integração de funções vetoriais: Integral de linha. Derivada direcional e gradiente. Campos conservativos e função potencial. Divergente. Rotacional. Coordenadas curvilíneas ortogonais. Integrais de superfície. Teorema de Gauss. Teorema de Stokes. Identidades de Green. Teorema de Helmholtz. Série de Taylor. Equações diferenciais ordinárias: Equações diferenciais de primeira ordem. Equações diferenciais de segunda ordem. Método de Frobenius. Equações diferenciais não-lineares.				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
1. BUTKOV, E., Física Matemática, Guanabara Dois, 1983. 2. BOAS, M., Mathematical Methods in the Physical Sciences, second edition, Wiley-Interscience, 1983. 3. ZILL, Dennis G., A First Course in Differential Equations With Modeling Applications, Cengage Learning, 9 <sup>th</sup> Edition, 2009.				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
1. ARFKEN, George B., WEBER, Hans J. Física Matemática. Métodos Matemáticos para				

Engenharia e Física. Editora Campus. 2005.

- Riley, K. F., HOBSON, M. P., BENCE, S. J., Mathematical Methods for Physics and Engineering, 3th Ed., Cambridge University Press, 2006.
- BOYCE, W. e DIPRIMA, R. C., Equações Diferenciais Elementares e Problemas de Valores de Contorno, 10ª Ed., LTC, 2015.
- HASSANI, S., Mathematical Physics: A Modern Introduction to its Foundations, first Ed., Springer, 1999.
- BYRON Jr., Frederick W., FULLER, Robert W. Mathematics of Classical and Quantum Physics, Dover, 1992.

<b>3º Período</b>	<b>Código GEXT 7601</b>	<b>Estatística</b>	<b>Carga Horária (Teórica)</b>	<b>54 h-a</b>
<b>EMENTA</b>				
O Papel da Estatística em Engenharia e Ciências. Sumário e Apresentação de Dados. Variáveis Aleatórias e Distribuições de Probabilidades, Intervalos de Confiança, Teste de Hipótese, Regressão Linear Simples, CEP, Introdução ao Planejamento de Experimentos.				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>MOORE, David S. A estatística básica e sua prática. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000.</li> <li>LEVINE, David M. Estatística: teoria e aplicações. 5.ed. Rio de Janeiro: LTC Ed., 2008.</li> <li>COSTA NETO, Pedro Luiz O. Estatística. 2.ed.rev.atual. São Paulo: E. Blucher, 2002.</li> </ol>				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>COSTA, SÉRGIO F.; Introdução Ilustrada à Estatística, Editora Harbra Ltda., São Paulo, 3ª Edição, 2005.</li> <li>STEVENSON, WILLIAM J.; Estatística Aplicada à Administração; Editora Harbra Ltda., São Paulo, 2001</li> <li>NEUFELD, J. L.; Estatística Aplicada à Administração usando Excel; Pearson Education do Brasil, São Paulo, 1ª Reimpressão, 2006</li> <li>SPIEGEL, Murray R. Estatística. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1968.</li> <li>MORETIN, Pedro Alberto. Estatística Básica. 7.ed. São Paulo: Saraiva, 2012.</li> </ol>				

<b>3º Período</b>	<b>Código</b>	<b>Física Básica III</b>	<b>Carga Horária (Teórica)</b>	<b>72 h-a</b>
<b>EMENTA</b>				
Propriedades da carga elétrica. Lei de Coulomb. Campo elétrico. Lei de Gauss. Potencial elétrico. Capacitores. Circuitos de corrente contínua e resistência elétrica. Circuito RC. Campo magnético. Força de Lorentz. Lei de Biot-Savart. Lei de Ampère. Lei de Faraday. Lei de Lenz. Lei de Gauss do magnetismo. Indutância. Circuito RL. Circuito LC. Circuitos de corrente alternada. Fasores. Circuito RLC. Ressonância. Equações de Maxwell.				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>KNIGH, Randall, Física – Uma Abordagem Estratégica, volume 3, Ed. , 2ª Ed. Bookman, 2009.</li> <li>ALONSO, M. S. &amp; FINN, E. J. Física. Volume II, Ed. Edgar Blücher, São Paulo.</li> <li>HALLIDAY, D. et al. Fundamentos da Física, volume 3, Ed. LTC, 10ª Ed., 2016.</li> <li>NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica, volume 3: Eletromagnetismo, Ed. Edgard Blücher, São São Paulo.</li> </ol>				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
1. TIPPLER, P. A. Física, volume 2, Eletricidade e Magnetismo, Ótica; Editora				



- LTC – Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro.
- SERWAY, R. A. Física, volume 3, Editora LTC – Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro.
  - SEARS, F. W. & ZEMANSKY, M. W. Física. volume 3, Editora LTC. Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro.
  - LUIZ, A. M., Física, vol. 3, Livraria da Física, São Paulo, 2007.

3º Período	Código	Práticas de Física III	Carga Horária (Prática)	36 h-a
<b>EMENTA</b>				
Instrumentos de medidas elétricas. Resistores. Associação de Resistores. Linhas do Campo Elétrico. Circuitos elétricos simples. Capacitores. Indutores. Circuito LC e RLC.				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>ALONSO, M. S. &amp; FINN, E. J. Física. Volume II, Ed. Edgar Blücher, São Paulo.</li> <li>HALLIDAY, D. et al. Fundamentos da Física, volume 3, Ed. LTC, 10ª Ed., 2016.</li> <li>NUSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica, volume 3: Eletromagnetismo, Ed. Edgard Blücher, São São Paulo.</li> </ol>				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>TIPPLER, P. A. Física, volume II, Eletricidade e Magnetismo, Ótica; Editora LTC – Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro.</li> <li>SERWAY, R. A. Física, volumes 3, Editora LTC – Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro.</li> <li>SEARS, F. W. &amp; ZEMANSKY, M. W. Física. Volume III. Editora LTC. Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro.</li> </ol>				

4º Período	Código	Física Matemática II	Carga Horária (Teórica)	90 h-a
<b>EMENTA</b>				
Transformadas de Laplace. Introdução à teoria das distribuições: Função delta de Dirac. Sequências delta. Representações das funções delta. Correspondência de funções e distribuições. Propriedades das distribuições. Séries de Fourier. Transformações integrais: Transformada de Laplace. Transformada de Fourier. Variáveis complexas: Álgebra complexa. Funções de uma variável complexa. Fórmula integral de Cauchy. Série de Laurent. Singularidades. Resíduo e teorema do resíduo. Função gama. Função beta. Fórmula complexa inversão de Mellin.				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>BUTKOV, E., Física Matemática, Guanabara Dois, 1983.</li> <li>BOAS, M., Mathematical Methods in the Physical Sciences, second edition, Wiley-Interscience, 1983.</li> <li>ZILL, Dennis G., A First Course in Differential Equations With Modeling Applications. Cengage Learning, 9<sup>th</sup> Edition, 2009.</li> </ol>				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>ARFKEN, George B., WEBER, Hans J. Física Matemática. Métodos Matemáticos para Engenharia e Física, Editora Campus. 2005.</li> <li>Riley, K. F., HOBSON, M. P., BENCE, S. J., Mathematical Methods for Physics and</li> </ol>				

Engineering, 3rd Ed., Cambridge University Press, 2006.  
 3. BOYCE, W. e DIPRIMA, R. C., Equações Diferenciais Elementares e Problemas de Valores de Contorno, 10ª Ed., LTC, 2015.  
 4. HASSANI, S., Mathematical Physics: A Modern Introduction to its Foundations, first Ed., Springer, 1999.  
 5. BYRON Jr., Frederick W., FULLER, Robert W. Mathematics of Classical and Quantum Physics, Dover, 1992.

<b>4º Período</b>	<b>Código</b>	<b>Física Básica IV</b>	<b>Carga Horária (Teórica)</b>	<b>72 h-a</b>
<b>EMENTA</b>				
<p>Oscilações: Movimento harmônico simples. Movimento harmônico amortecido. Oscilações forçadas e ressonância. Tipos de ondas. Ondas mecânicas: Comprimento de onda, frequência e velocidade da onda. Potência e intensidade. Equação de onda. Princípio de superposição. Interferência. Ondas estacionárias e ressonância. Som: Ondas audíveis, Ultra-sônicas e Infra-sônicas. Intensidade e nível sonoro. Batimento. Efeito Doppler. Ondas de choque e cone de Mach. Ondas eletromagnéticas (OE): Equação das OE. Energia, intensidade e momento linear de uma OE. Pressão de radiação. Vetor de Poynting. Espectro eletromagnético. Propriedades da Luz. Princípio de Fermat. Princípio de Huygens. Reflexão, refração e polarização. Interferência. Difração. Diferença de fase e coerência. Difração por fenda simples. Difração por fenda dupla. Difração de Fresnel. Difração de Fraunhofer. Redes de difração.</p>				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
<p>1. 1. KNIGH, Randall, Física – Uma Abordagem Estratégica, volume 4, Ed. , 2ª Ed. Bookman 2009.          2. ALONSO, M. S. &amp; FINN, E. J. Física, vol.1, Edgar Blücher, .          3. HALLIDAY, D. et al. Fundamentos da Física, volumes 2 e 4, Ed. LTC.          4. NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica, volume 2 e 4, Ed. Edgard Blücher, .</p>				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
<p>1. TIPPLER, P. A. Física, vols. 1 e 2, Editora LTC – Livros Técnicos e Científicos.          2. SERWAY, R. A. Física, vols. 2 e 4, Editora LTC – Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro.          3. SEARS, F. W. &amp; ZEMANSKY, M. W. Física, vol. 4, Editora LTC. Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro.          4. LUIZ, A. M., Física, vols. 2 e 4, Livraria da Física, São Paulo, 2007.</p>				

4º Período	Código	Práticas de Física IV	Carga Horária (Prática)	36 h-a
<b>EMENTA</b>				
Prismas. Reflexão e refração da luz. Interferometria. Interferência da luz. Experiência da fenda dupla. Rede de difração. Interferômetro. Determinação do comprimento de onda.				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
1. ALONSO, M. S. & FINN, E. J. Física. Volume II, Ed. Edgar Blücher, São Paulo. 2. HALLIDAY, D. et al. Fundamentos da Física, volume 3, Ed. LTC, 10ª Ed., 2016. 3. NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica, volume 3: Eletromagnetismo, Ed. Edgard Blücher, São São Paulo.				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
1. TIPPLER, P. A. Física, volume II, Eletricidade e Magnetismo, Ótica; Editora LTC – Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro. 2. SERWAY, R. A. Física, volumes 3, Editora LTC – Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro. 3. SEARS, F. W. & ZEMANSKY, M. W. Física. Volume III. Editora LTC. Livros Técnicos Científicos. Rio de Janeiro.				

4º Período	Código	Mecânica Geral	Carga Horária (Teórica)	72 h-a
<b>EMENTA</b>				
Princípios da Mecânica Newtoniana: Dinâmica de uma partícula. Teoremas de conservação. Limitações da mecânica Newtoniana. Oscilações lineares. Oscilações não lineares e caos. Diagramas de fase para sistemas não lineares. Força central: Equações de movimento. Órbitas em um campo central. Potencial efetivo. Movimento planetário e as leis de Kepler. Dinâmica de um sistema de partículas. Forças de inércia. Corpos rígidos: Cinemática dos corpos rígidos. Coordenadas independentes de um corpo rígido. Transformações ortogonais. Equações de Euler para o movimento de um corpo rígido. Tensor de inércia. Equilíbrio de corpos rígidos. Meios contínuos: estática e hidrodinâmica. Dinâmica Lagrangeana.				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
1. SYMON, K. R., Mecânica Clássica, 3ª ed. Editora Campus. 2. MARION, J. B. & THORNTON, S. T. Classical Dynamics of Particle and Systems, 4ª edição, Saunders College Publishing, 2004. 3. BEER, F. P., JOHNSTON Jr., E. R., MAZUREK, D. F., CORNWELL, SELF, B., Vector Mechanics for Engineers - Statics and Dynamics, 11ª Edição, The McGraw-Hill Companies, 2016.				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
1. TAYLOR, J. R., Mecânica Clássica, 1ª Ed., Bookman, 2013. 2. BARCELOS NETO, João. Mecânica Newtoniana, Lagrangiana e Hamiltoniana. Editora Livraria da Física, São Paulo, 2004. 3. WRESZINSKI, W. F., Mecânica Clássica Moderna, Ed. EDUSP, 2016. 4. SHAPIRO, I. L. e PEIXOTO, G. de Baretto, Introdução à Mecânica Clássica, 2ª Ed. , Livraria da Física, São Paulo, 2016. 5. MERIAN, J. L., KRAIGE, L. G. Dinâmica-Mecânica para Engenharia, vol. 2, 6ª Ed., Editora LTC.				

4º Período	Código	Física Computacional I	Carga Horária (Teo/Prática)	72 h-a
<b>EMENTA</b>				
Erros nas representações de números reais. Aritmética de ponto flutuante. Sistemas Lineares e não-lineares. Aproximação polinomial de Taylor. Zeros de funções. Métodos de Integração Numérica. Aproximação de curvas. Métodos de Interpolação. Diferenciação numérica. Equações Diferenciais Ordinárias. Sistemas de computação algébrica simbólica.				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
1. RUGGIERO, M. A. GOMES e ROCHA LOPES, V. L. DA, Cálculo Numérico - Aspectos Teóricos e Computacionais, 2ª edição, Editora Pearson, 1997. 2. BURDEN, R. L. e FAIRES, J. D., Análise Numérica. Pioneira Thomson Learning, 2003. 3. ARENALES, S. e DAREZZO, A., Cálculo Numérico - Aprendizagem com Apoio de Software. Thomson Learning, 2008.				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
1. FRANCO, N. M. B., Cálculo Numérico, Pearson Prentice Hall, São Paulo, 2006. 2. PACITTI, TÉRCIO, Fortran IV, LTC Editora S/A, Rio de Janeiro, 1987. 3. CUNHA, M. C., Métodos Numéricos. 2ª edição, Editora da Unicamp, 2000. 4. HANSELMAN, D. e LITTLEEL, B. MATLAB 6 - Curso Completo. Pearson Educatio Brasil, 2003. 5. SPERANDIO, D., MENDES, J. T. E SILVA, L. H. M., Cálculo Numérico, 2ª Ed., Pearson, São Paulo, 2014.				

5º Período	Código	Física Matemática III	Carga Horária (Teórica)	72 h-a
<b>EMENTA</b>				
Equações diferenciais parciais da Física: Equação de Laplace, equação do calor, equação da ondas. Funções especiais: Polinômios de Hermite. Polinômios de Legendre. Séries de Fourier-Legendre. Funções de Bessel. Séries de Fourier-Bessel. Harmônicos esféricos. Funções ortogonais e expansões. Problema de Sturm-Liouville. Funções de Green.				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
1. BUTKOV, E., Física Matemática, Guanabara Dois, 1983. 2. BOAS, M., Mathematical Methods in the Physical Sciences, second edition, Wiley-Interscience, 1983. 3. ZILL, Dennis G., A First Course in Differential Equations With Modeling Applications. Cengage Learning, 9 <sup>th</sup> Edition, 2009.				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
1. ARFKEN, George B., WEBER, Hans J. Física Matemática. Métodos Matemáticos para Engenharia e Física. Editora Campus. 2005. 2. Riley, K. F., HOBSON, M. P., BENCE, S. J., Mathematical Methods for Physics and Engineering, 3 <sup>th</sup> Ed., Cambridge University Press, 2006. 3. BOYCE, W. e DIPRIMA, R. C., Equações Diferenciais Elementares e Problemas de Valores de Contorno, 10ª Ed., LTC, 2015. 4. HASSANI, S., Mathematical Physics: A Modern Introduction to its Foundations, first Ed., Springer, 1999. 5. BYRON Jr., Frederick W., FULLER, Robert W. Mathematics of Classical and Quantum Physics, Dover, 1992.				

5º Período	Código	Física Moderna	Carga Horária (Teórica)	72 h-a
<b>EMENTA</b>				
<p>Propriedades da Luz. Ondas eletromagnéticas. Reflexão e refração da luz. Difração da luz. Equações de Maxwell e Princípio da relatividade de Galileu. Incompatibilidade entre a Mecânica Newtoniana e o Eletromagnetismo de Maxwell. Experiência de Michelson-Morley. Postulados de Einstein. Transformações de Lorentz. Efeito Doppler da luz. Simultaneidade. Dilatação do tempo e contração do comprimento. Cinemática relativística. Dinâmica relativística. Paradoxos na TRE. Física quântica: radiação térmica e a origem da teoria quântica - postulado de Planck. Fótons: efeito fotoelétrico e efeito Compton. Dualidade onda-partícula- postulado de de Broglie. Princípio de incerteza de Heisenberg, princípio da complementaridade e princípio da correspondência. Modelo de Bohr para o átomo e espectros atômicos. Teoria de Schrödinger da mecânica quântica. Soluções da equação de Schrödinger independente do tempo. Férmions e Bósons. Estatística Quântica. Radiação de corpo negro; balanço radiativo Terra-Sol e origens do efeito estufa na atmosfera terrestre.</p>				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
<p>1. EISBERG, R., RESNICK, R. Física Quântica: átomos, moléculas, sólidos, núcleos e partículas. Editora Campus, 9ª edição, 1994.  2. CARUSO, F., OGURI, V. Física Moderna. Origens Clássicas e Fundamentos Quânticos. Campus. 2007.  3. GASIOWICZ, STEPHEN. Quantum Physics. Third Edition. John Wiley &amp; Sons 2003.</p>				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
<p>1. FEYNMAN, R. P., LEIGHTON R. B. e SANDS, M. L., Feynman Lectures of Physics, Vol. 3, Quantum Mechanics, Addison Wesley.  2. NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica, volume 4, Ed. Edgard Blücher, São Paulo.  3. S TIPLER, P. e LEEWELLYN, R. A., Física Moderna, 5ª Ed., LTC São Paulo, 2010.  4. SEARS, F. W. &amp; ZEMANSKY, M. W. Física. Volume IV. Editora LTC. Livros Técnicos e Científicos. Rio de Janeiro.</p>				

5º Período	Código	Práticas de Física Moderna	Carga Horária (Prática)	36 h-a
<b>EMENTA</b>				
<p>Pressão de radiação. Radiação de corpo negro. Medida da velocidade da luz. Constante de Planck. Experiência de Millikan. Medida da relação carga massa do elétron. Efeito fotoelétrico. Efeito Compton. Difração de elétrons. Difração de raios X. Experiência de Frank-Hertz.</p>				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
<p>1. MELISSINOS, A. C. e Napolitano, J., Experiments in Modern Physics, 2<sup>nd</sup> Ed., Academic Press, 2003.  2. PHYWE, University Laboratory Experiments - Physics.  3. EISBERG, R., RESNICK, R. Física Quântica: átomos, moléculas, sólidos, núcleos e partículas. Editora Campus, 9ª edição, 1994.</p>				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
<p>1. GASIOWICZ, STEPHEN. Quantum Physics. Third Edition. John Wiley &amp; Sons 2003.  2. FEYNMAN, R. P., LEIGHTON R. B. e SANDS, M. L., Feynman Lectures of Physics, Vol. 3, Quantum Mechanics, Addison Wesley.</p>				

5º Período	Código	Eletromagnetismo I	Carga Horária (Teórica)	72 h-a
<b>EMENTA</b>				
<p>Eletrostática: Lei de Coulomb. Campo elétrico. Lei de Gauss (forma integral e diferencial). Trabalho e energia potencial elétrica. Potencial elétrico. Equações de Laplace e Poisson. Condições de contorno eletrostáticas. Técnicas especiais de solução: Equação de Laplace em uma, duas e três dimensões. Condições de contorno e teoremas de unicidade. Método das imagens. Separação de variáveis. Transformação conforme. Expansão multipolar. Campos elétricos em meios materiais. Magnetostática: Lei de Biot-Savart. Lei de Ampère (forma diferencial e integral). Lei de Gauss do magnetismo (forma diferencial e integral). Potencial vetor. Condições de contorno magnéticas. Expansão multipolar do potencial vetor. Campos magnéticos na matéria. Eletrodinâmica: Lei de Faraday (forma diferencial e integral).</p>				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. REITZ, J. R., MILFORD, F. J., CHRISTY, R. W., Fundamentos da Teoria Eletromagnética, 1ª Ed., Editora Campus, 1982.</li> <li>2. GRIFFITHS, D. J., Eletrodinâmica, 3ª Ed., Pearson, 2011.</li> <li>3. JACKSON, J. D., Classical Electrodynamics, 3<sup>th</sup> Ed., John Wiley &amp; Sons, New York, 1998.</li> </ol>				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. KRAUS, J., CARVER, K. R., Eletromagnetismo, Guanabara Dois, 1986.</li> <li>2. WENTWORTH, S. M., Fundamentos de Eletromagnetismo com Aplicações em Engenharia, LTC, 2006.</li> <li>3. FRANKLIN, J., Classical Electromagnetism, Addison-Wesley, 2005.</li> </ol>				

5º Período	Código	Mecânica Analítica I	Carga Horária (Teórica)	72 h-a
<b>EMENTA</b>				
<p>Vínculos. Princípio de d'Alembert: Deslocamentos virtuais. Trabalho virtual. Princípio dos trabalhos virtuais. Dinâmica Lagrangeana: Coordenadas generalizadas e equações de Lagrange. Invariância das equações de Lagrange. Potenciais generalizados e função de dissipação de Rayleigh. Introdução ao cálculo variacional. Princípio de Hamilton. Multiplicadores de Lagrange. Forças de vínculo. Propriedades de simetria e leis de conservação. Teorema de Noether. Dinâmica Hamiltoniana: Equações canônicas de Hamilton e momentos canônicos.</p>				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. GOLDSTEIN, H., POOLE, C., SAFKO, J. Classical Mechanics. Addison Wesley, 3ª Edição, 2000.</li> <li>2. LEMOS, N. A. Mecânica Analítica, Ed. Livraria da Física, 2004.</li> <li>3. MARION, J. B., THORTON, S. T., Classical Dynamics of Particle and Systems. 4ª edição. Saunders College Publishing, 2004.</li> </ol>				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. SYMON, K. R., Mecânica, Ed. Campus.</li> <li>2. BARCELOS NETO, João. Mecânica Newtoniana, Lagrangeana e Hamiltoniana. Editora Livraria da Física, São Paulo, 2004.</li> <li>3. WRESZINSKI, W. F., Mecânica Clássica Moderna, Ed. EDUSP, 2016.</li> <li>4. SHAPIRO, I. L. e PEIXOTO, G. de Baretto, Introdução à Mecânica Clássica, 2ª Ed., Livraria da Física, São Paulo, 2016.</li> <li>5. TAYLOR, J. R., Mecânica Clássica, 1ª Ed., Bookman, 2013.</li> </ol>				

6º Período	Código	Eletromagnetismo II	Carga Horária (Teórica)	72 h-a
<b>EMENTA</b>				
Equações de Maxwell. Condições de contorno. Leis de conservação: equação da continuidade. Teorema de Poynting. Tensor das tensões de Maxwell e conservação do momento linear. Momento angular. Ondas eletromagnéticas no vácuo: equação de onda. Ondas planas monocromáticas. Energia e momento nas ondas eletromagnéticas. Ondas eletromagnéticas na matéria. Reflexão e transmissão em incidência normal e em incidência oblíqua. Absorção e dispersão: ondas eletromagnéticas em condutores. Formulação da eletrodinâmica em termos dos potenciais escalar e vetor. Transformações de gauge: Gauge de Coulomb e de Lorentz. Potenciais retardados e avançados. Equações de Jefimenko. Potenciais de Liénard- Wiechert. Campos de uma carga em movimento. Formulação covariante do eletromagnetismo.				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
1. REITZ, J. R., MILFORD, F. J., CHRISTY, R. W., Fundamentos da Teoria Eletromagnética, 1ª Ed., Editora Campus, 1982.				
2. GRIFFITHS, D. J., Eletrodinâmica, 3ª Ed., Pearson, 2011.				
3. JACKSON, J. D., Classical Electrodynamics, 3 <sup>th</sup> Ed., John Wiley & Sons, New York, 1998.				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
1. KRAUS, J., CARVER, K. R., Eletromagnetismo, Guanabara Dois, 1986.				
2. WENTWORTH, S. M., Fundamentos de Eletromagnetismo com Aplicações em Engenharia, LTC, 2006.				
3. FRANKLIN, J., Classical Electromagnetism, Addison-Wesley, 2005.				

6º Período	Código	Mecânica Quântica I	Carga Horária (Teórica)	72 h-a
<b>EMENTA</b>				
Ondas e partículas. Introdução às idéias fundamentais da mecânica quântica. Equação de Schrödinger. Ferramentas matemáticas da mecânica quântica: o Espaço de Hilbert e notação de Dirac. Os postulados da mecânica quântica. Representações ( <i>pictures</i> ) de Schrödinger e de Heisenberg. Espaço de estado e notação de Dirac. Solução da equação de Schrödinger. Estados estacionários. Sistemas de spin ½ e de dois níveis: aplicação dos postulados. Efeitos de uma perturbação externa no sistema. Oscilador harmônico quântico unidimensional. Propriedades do momento angular na mecânica quântica.				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
1. COHEN-TANNOUJI, C., DIU, B. and LALOE, B. Quantum mechanics, vol. 1, Wiley-Interscience, 2006.				
2. SAKURAI, J. J., Modern Quantum Mechanics, 1993.				
3. GRIFFITHS, David J., Introduction to Quantum Mechanics. Ed. Editora Prentice Hall, 2005.				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
1. GOTTFRIED, K., YAN, T. M., Quantum Mechanics: Fundamentals. Second Edition, Springer. 2003.				
2. MERZBACHER, E. Quantum Mechanics. Third Edition. John-Wiley & Sons. 1998.				
3. GREINER, W. Quantum Mechanics: An Introduction. Editora Springer, 2001.				
4. KROEMER, H. Quantum Mechanics for Engineering. Materials and Applied Physics. Prentice Hall, 1994.				
5. DIRAC, P. M., The Principles of Quantum Mechanics, Fourth Ed., Oxford at the Clarendon Press, 1958.				

6º Período	Código	Mecânica Analítica II	Carga Horária (Teórica)	72 h-a
<b>EMENTA</b>				
<p>Transformações canônicas: Transformações canônicas e funções geradoras. Parênteses de Lagrange. Parênteses de Poisson. Transformações canônicas infinitesimais. Constantes de movimento e teorema de Poisson. Teoremas de Liouville e Poincaré. Teoria de Hamilton-Jacobi: Equação de Hamilton-Jacobi. Separação de variáveis. Propriedades do espaço-tempo da relatividade especial: Tensor métrico e espaço de Minkowski. Grupo de Lorentz. Campos tensoriais. Leis físicas em forma covariante. Formulação Lagrangeana e Hamiltoniana para sistemas contínuos e campos.</p>				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. GOLDSTEIN, H., POOLE, C., SAFKO, J. Classical Mechanics. Addison Wesley, 3ª Edição, 2000.</li> <li>2. LEMOS, N. A. Mecânica Analítica, Ed. Livraria da Física, 2004.</li> <li>3. MARION, J. B., THORTON, S. T., Classical Dynamics of Particle and Systems. 4ª edição. Saunders College Publishing, 2004.</li> </ol>				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. SYMON, K. R., Mecânica, Ed. Campus.</li> <li>2. BARCELOS NETO, João. Mecânica Newtoniana, Lagrangiana e Hamiltoniana. Editora Livraria da Física, São Paulo, 2004.</li> <li>3. WRESZINSKI, W. F., Mecânica Clássica Moderna, Ed. EDUSP, 2016.</li> <li>4. SHAPIRO, I. L. e PEIXOTO, G. de Baretto, Introdução à Mecânica Clássica, 2ª Ed., Livraria da Física, São Paulo, 2016.</li> <li>5. TAYLOR, J. R., Mecânica Clássica, 1ª Ed., Bookman, 2013.</li> </ol>				

6º Período	Código	Termodinâmica	Carga Horária (Teórica)	72 h-a
<b>EMENTA</b>				
<p>Temperatura e a lei zero da termodinâmica. Equilíbrio termodinâmico. Equação de estado. Sistemas hidrostáticos. Variáveis extensivas e intensivas. Trabalho. Processo quase estático. Diagrama PV. Calor e primeira lei da termodinâmica: Trabalho adiabático. Função energia interna. Formulação matemática da primeira lei. Calor específico. Equações para um sistema hidrostático. Condutividade térmica. Gás ideal. Energia interna de um gás ideal. Segunda lei da termodinâmica: Enunciado de Kelvin-Planck. Enunciado de Clausius. Equivalência dos enunciados. Reversibilidade e irreversibilidade. Entropia: Princípio de Carathéodory. Entropia do gás ideal. Diagrama TS. Entropia e reversibilidade. Entropia e estados de não equilíbrio. Princípio de crescimento da entropia. Substâncias puras. Entalpia. Funções de Helmholtz e Gibbs. Potenciais termodinâmicos. Transformações de Legendre. Relações de Maxwell. Sistemas abertos: Expansão Joule-Thomson. Transições de fase de primeira ordem: Equação de Clausius-Clayperon.</p>				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. OLIVEIRA, M.J., Termodinâmica, 2ª Ed., Livraria da Física, São Paulo, 2012.</li> <li>2. ZEMANSKY, M. W., Heat and Thermodynamics, 7ª Ed., McGraw-Hill Science, 1996.</li> <li>3. CHAGAS, A. P., Termodinâmica Química, 1ª Ed., Ed. Unicamp, 1999.</li> </ol>				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. DEHOFF, R. T., Thermodynamics in Materials Science, McGraw Hill, 1993.</li> <li>2. CALLEN, H. B. Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics. Jonh Wiley &amp;</li> </ol>				



Sons Inc. New York, 1985.

3. DUGDALE, J. S., Entropy and its Physical Meaning, Taylor & Francis, 1996.

4. KITTEL, C. and KROEMER, H., Thermal Physics, 2<sup>nd</sup> Ed., W. H. Freeman, 1980.

7 <sup>o</sup> Período	Código	Mecânica Estatística	Carga Horária (Teórica)	72 h-a
<b>EMENTA</b>				
Conceitos básicos de Probabilidade. Interação térmica. Fator de Boltzmann. Relação entre conceitos atômicos e medidas macroscópicas. Ensemble microcanônico. Distribuição canônica na aproximação clássica. Aplicações. Teorema da Equipartição de energia. Interação termodinâmica. Termodinâmica Estatística. Interação entre sistemas com troca de partículas: o Ensemble grande canônico. Estatística quântica de gases ideais: estatística de fótons, estatísticas de Fermi-Dirac e de Bose-Einstein.				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
1. SALINAS, S. R. A., Introdução à Mecânica Estatística, Editora da USP, São Paulo, 1997.				
2. REIF, F., Fundamentals of Statistical and Thermal Physics, Editora McGraw-Hill, 6th Ed., Waveland Press, 2009.				
3. KITTEL, C. and KROEMER, H., Thermal Physics, 2nd Ed., W. H. Freeman, 1980.				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
1. PATRILIA, R. K. e BEALE, P. D., Statistical Mechanics, 2nd Ed., Butterworth-Heinemann, 1996.				
2. GREINER, W., NEISE, L., and STOECKER, H., Thermodynamics and Statistical Mechanics, Springer, 2000.				
3. HUANG, K., Statistical Mechanics, 2nd Ed., John Wiley & Sons Inc., New York, 1987.				
4. GARROD, C. Statistical Mechanics and Thermodynamics. Oxford University Press, 1995.				

7 <sup>o</sup> Período	Código	Mecânica Quântica II	Carga Horária (Teórica)	72 h-a
<b>EMENTA</b>				
Spin do elétron: evidências experimentais; descrição não-relativística de partículas de spin $\frac{1}{2}$ . Adição de momentos angulares. Átomos de muitos elétrons: simetrização de bósons e férmions. Princípio de Pauli. Introdução à teoria do espalhamento. Teoria de perturbação independente do tempo (caso não degenerado e degenerado). Estrutura fina do hidrogênio e efeito Zeeman. Métodos variacionais. Aproximação WKB. Teoria de perturbação dependente do tempo. Teoria semiclássica da radiação. Teoria quântica do espalhamento: Equação de Lippmann-Schwinger. Aproximação de Born. Teorema óptico. Aproximação eikonal. Método ondas parciais. Partículas idênticas: Espaço de estados de partículas idênticas. Operadores de criação e aniquilação e suas álgebras. Dinâmica quântica de partículas idênticas. Sistemas de muitos corpos: Teoria de perturbação de primeira ordem. Método de Hartree-Fock.				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
1. COHEN-TANNOUJDI, C., DIU, B. and LALOE, B. Quantum mechanics, vol. 1, Wiley-Interscience, 2006.				
2. SAKURAI, J. J., Modern Quantum Mechanics, 1993.				

3. GRIFFITHS, David J., Introduction to Quantum Mechanics. Ed. Editora Prentice Hall, 2005.

**BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

1. GOTTFRIED, K., YAN, T. M., Quantum Mechanics: Fundamentals. Second Edition, Springer. 2003.
2. MERZBACHER, E. Quantum Mechanics. Third Edition. John-Wiley & Sons. 1998.
3. GREINER, W. Quantum Mechanics: An Introduction. Editora Springer, 2001.
4. KROEMER, H. Quantum Mechanics for Engineering. Materials and Applied Physics. Prentice Hall, 1994.
5. DIRAC, P. A. M., The Principles of Quantum Mechanics, Fourth Ed., Oxford at the Clarendon Press, 1958.

7º Período	Código	Física Nuclear e Partículas Elementares	Carga Horária (Teórica)	72 h-a
<b>EMENTA</b>				
<p>Física nuclear: Características do núcleo atômico. Espalhamento de Rutherford. Núcleos estáveis e instáveis. Modelos nucleares: gota líquida, gás de Fermi, modelo de camadas e modelos coletivos. Decaimentos alfa, beta e gama. Aplicações da física nuclear. Teoria da grande explosão. Energia nuclear e nucleossíntese. Física das partículas elementares: Interações fundamentais da natureza. Bárions, mésons e léptons. Simetrias. Princípios de invariância e leis de conservação. Quarks. Modelo padrão (discussão qualitativa). Detetores e aceleradores de partículas. Temas atuais em física de altas energias. Fusão e fissão nucleares. Usinas nucleares. Tratamento de resíduos radioativos. Fontes alternativas de energia renovável e sustentável.</p>				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. PRAKASH, S., Nuclear and Particle Physics, Sultan Chand &amp; Sons, 2014.</li> <li>2. ASHOK, D. e FERBEL, T., Introduction to Nuclear and Particle Physics, John Wiley &amp; Sons, 1994.</li> <li>3. CHUNG, K. C. Introdução à Física Nuclear. Ed. UERJ, 2001.</li> </ol>				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. WILLIAMS, W. S. C. Nuclear and Particle Physics, Oxford Science Publications,</li> <li>2. KRANE, K. S., Introductory Nuclear Physics, 3<sup>rd</sup> Ed., Wiley, 1987.</li> <li>3. FEYNMAN, R., Física Nuclear Teórica, Livraria da Física, 2005.</li> <li>4. PERUZZO, J., Física e Energia Nuclear, Livraria da Física, 2012.</li> <li>5. Griffiths, D., Introduction to Elementary Particles, 2nd Ed., Wiley-VCH, 2008.</li> </ol>				

7º Período	Código	Física Atômica e Molecular	Carga Horária (Teórica)	72 h-a
<b>EMENTA</b>				
Átomos de um, dois e muitos elétrons. Métodos de Hartree-Fock. Interação de átomos com campos eletromagnéticos. Espectros atômicos e radiação. Lasers. Estrutura molecular. Aproximação de Born-Oppenheimer. Espectros moleculares. Colisões atômicas: elétron-átomo e átomo-átomo em diferentes regimes de velocidades; Tópicos especiais: jatos supersônicos, armadilha de átomos e íons, átomos e moléculas frios.				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
1. ATKINS, P., FRIEDMAN, R. Molecular Quantum Mechanics, 4 <sup>th</sup> Ed., Oxford University Press, 2005.				
2. LEVINE, I. R., Quantum Chemistry, Pearson, 7 <sup>th</sup> Ed., 2014.				
3. J. D. M. Vianna, A. Fazzio, S. Canuto, Teoria Quântica de Moléculas e Sólidos, Ed. Livraria da Física (2004).				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
1. WEISSBLUTH, M., Atoms and Molecules, Academic Press, 1978.				
2. SLATER, J. C., Quantum Theory of Atomic Structure, Mc Graw-Hill Company, 1960.				
3. HERZBERG, G., Atomic Spectra and Atomic Structure, Dover Publication, 1944.				

8º Período	Código	Física da Matéria Condensada	Carga Horária (Teórica)	72 h-a
<b>EMENTA</b>				
Estrutura cristalina e suas simetrias. Difração de raios X em estruturas periódicas. Rede recíproca. Ligações cristalinas. Vibrações da rede, fônons e propriedades térmicas. Gás de Fermi de elétrons livres. Bandas de energia. Semicondutores. Metais e superfícies de Fermi. Processos óticos. Magnetismo. Paramagnetismo de Pauli. Supercondutividade.				
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>				
1. KITTEL, C., Introdução à Física do Estado Sólido, 8ª Ed., Editora LTC, 2006.				
2. ASHCROFT, N. W., MERMIN, N. D. Solid State Physics. Editora W. B. Saunders Co., USA, 1976.				
3. OLIVEIRA, I. S., JESUS, V. L. B., Introdução à Física do estado Sólido. Editora Livraria da Física.				
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b>				
1. Harrison, W. A., Electronic Structure and the Properties os Solids. Dover, 1989.				
2. EISBERG, R., RESNICK, R. Física Quântica: átomos, moléculas, sólidos, núcleos e partículas. Editora Campus, 9ª edição, 1994.				
3. TIPLER, P. e LEEWELLYN, R. A., Física Moderna, 5ª Ed., LTC São Paulo, 2010.				

8º Período	Código	Mecânica Quântica Relativística	Carga Horária (Teórica)	72 h-a
<b>EMENTA</b>				
Equação de Schrödinger: Densidade e conservação da probabilidade. Equação de Klein-Gordon: Solução para partícula livre. Probabilidade e energias negativas. Equação de Klein-Gordon com Interação Eletromagnética. Equação de Dirac. Espinores. Matrizes de Dirac. Covariância de Lorentz da equação de Dirac. Bilineares covariantes. Soluções da equação de Dirac para partícula livre. Soluções de energia negativa. Operadores de projeção para energia e spin. Equação de				

Dirac com interação eletromagnética: Princípio do acoplamento mínimo e derivada covariante. Transformação de Foldy-Wouthuysen. Átomo de hidrogênio. Conjugação de carga.

#### **BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

1. BJORKEN, J. D. and Drell, S. D., Relativistic Quantum Mechanics, McGraw-Hill, 1964.
2. PIZA, A. F. R. de T., Mecânica Quântica, EDUSP, São Paulo, 2003.
3. GREINER, W., Relativistic Quantum Mechanics, 3rd Ed., Springer, 2000.

#### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

1. LANDAU, L.D. and LIFSHITZ, E. M., Quantum Mechanics, 3rd. Ed., Pergamon Press, Oxford, 1976.
2. DIRAC, P. A. M., Principles of Quantum Mechanics, Oxford University Press, 1958.

## **Anexo 1. Demandas de Docentes**

O curso de Física terá a maior parte da sua carga horária dentro do Departamento de Física. O curso foi concebido com entrada semestral de 20 estudantes. Uma parte das disciplinas será ministrada por outros departamentos, como descrevemos adiante.

Com a entrada programada para o primeiro período de cada ano letivo, as disciplinas de Física serão oferecidas alternadamente em períodos ímpares e pares, o que representa em média 57,5 horas-aula ao todo por período letivo. A vantagem deste formato está na redução pela metade da necessidade de contratação de docentes para o Departamento de Física. No quadro a seguir listamos a estimativa do quantitativo da carga horária (hora-aula) semanal do Departamento de Física.

<b>Tempos Semanais das disciplinas – Física</b>	
<b>Carga semestral atual:</b>	<b>119</b>
<b>Carga estimada média do novo curso (por semestre):</b>	<b>58</b>
<b>Docentes a contratar:</b>	<b>11</b>

Atualmente o Departamento de Física conta com onze (11) docentes, sendo responsável pelas disciplinas de Física do ciclo básico de todos os cursos de bacharelado em Engenharia da Unidade Maracanã. Cumpre também carga horária em dois cursos de pós-graduação, totalizando no momento 119 horas-aula. Assim, atualmente a carga horária média em nosso departamento é de 10,8 horas-aula por docente. Na tabela anterior, destacamos também as disciplinas obrigatórias e optativas do novo curso de Bacharelado em Física. O quantitativo estimado de docentes leva em conta os 4 anos de implantação do curso. O quantitativo de contratação de onze (11) docentes durante quatro (4) anos a partir da implantação do curso considera a expectativa de uma carga horária média de 8 horas-aula semanais por docente do Departamento de Física (DEFIS), levando-se em consideração a necessidade de atividades de pesquisa, orientação de IC, projetos, extensão e participação nos cursos de pós-graduação da instituição. Os docentes-pesquisadores terão a incumbência de desenvolverem trabalho

de pesquisa/extensão e de participarem de programas de iniciação científica orientando alunos do curso (com ou sem bolsa) ao longo de todo o período de graduação do orientando.

Temos ainda a expectativa de contar com o apoio eventual de outros docentes que atuam em outras Unidades e na Coordenação de Física da Unidade Maracanã, desde que esses docentes tenham carga horária disponível e liberação da Unidade onde se encontram lotados.

Listamos a seguir a carga horária semanal relativa às disciplinas obrigatórias do Departamento de Matemática (DEMAT).

<b>Tempos Semanais das disciplinas</b> – Matemática	
<b>Disciplinas:</b>	<b>Tempos:</b>
Cálculo a uma variável .....	5
Álgebra Linear I.....	2
Cálculo a várias variáveis.....	4
Álgebra Linear II.....	3
Estatística.....	3

<b>Tempos Semanais das disciplinas</b> – Matemática	
<b>Carga estimada média do novo curso (por semestre):</b>	<b>8,5</b>
<b>Docentes a contratar:</b>	<b>1</b>

O quantitativo estimado de docentes do Departamento de Matemática leva em conta o primeiro ano e o primeiro período do segundo ano de implantação do curso. Com entrada planejada anual, a carga horária se distribuirá da seguinte maneira: dez (10) horas-aula nos semestres ímpares (1 e 3) e sete (7) horas-aula no segundo período do curso. Assim, o quantitativo de contratação de um (1) docente de matemática durante o primeiro ano e meio da implantação do curso considera a expectativa de uma carga horária média de 8 horas-aula semanais.

Finalmente, a disciplina de Computação (3 créditos) será de responsabilidade do Departamento de Informática, conforme a tabela abaixo.

<b>Tempos Semanais das disciplinas</b> – Computação	
<b>Disciplinas:</b>	<b>Tempos:</b>
Computação.....	4
<b>Docentes Estimados .....</b>	<b>1</b>

## Anexo 2. Infraestrutura de Laboratórios

O curso de Física do Campus Maracanã do CEFET/RJ contará com a infraestrutura de diversos laboratórios. Em especial, contará com os laboratórios didáticos, já existentes, de Física do ciclo básico das Engenharias, cuja descrição é apresentada no presente anexo. Consideramos que alguns laboratórios de pesquisa também poderão ser utilizados, sobretudo em disciplinas dos períodos finais do curso. Um exemplo de tal utilização, já autorizada por sua coordenadora, a Profa Ana Barros, é o LaFEA (Lab. de Física Experimental e Aplicada), onde se dispõe de equipamentos de deposição de filmes metálicos, de sonoluminescência e de células solares orgânicas, entre outros.

No terceiro pavimento do Bloco E estão situados os laboratórios de Física do ciclo básico das Engenharias. Estes laboratórios constituem-se de duas salas, E-309 (Mecânica e Termodinâmica) e E-311 (Eletromagnetismo e Ondas). Entre estas salas existe uma pequena sala de apoio, que também serve de um pequeno almoxarifado e sede do Departamento de Física, além de abrigar as mesas de trabalho de dois professores do DEFIS. A área de cada um dos dois laboratórios é de aproximadamente 54 m<sup>2</sup>, perfazendo um total de 108 m<sup>2</sup>.

Atualmente, existe um ambiente fechado com divisórias no final do corredor onde se localizam os Laboratórios de Física. Temos assim um espaço para atendimento de alunos pelos professores e monitores do Departamento de Física, que é uma demanda antiga (2010) dos corpos docente e discente.

### Equipamentos de laboratório existentes:

<b>Equipamentos</b>	<b>Quantidade</b>
Kit completo marca Pasco modelo CA-7601C nas áreas de Mecânica, Termodinâmica, Eletromagnetismo e Ondas, para o ciclo básico de Engenharia, com aquisição automática de dados em um total de 80 experimentos pré-instalados.	05
Kit com interface e todos os sensores constantes no item anterior, sobressalentes.	02
Interface para aquisição de dados idêntica à do kit anterior, sobressalente.	01
Trilho de ar 2,00 m marca Pasco, com fonte de ar e acessórios.	04
Gerador de Van de Graaff, marca Winsco.	02
Fonte de tensão DC grande, alimentando todas as bancadas da E-311.	01
Gerador de sinais digital.	10
Multímetro digital.	10
Osciloscópio digital.	10
Bancadas azuis de aço e madeira com tomadas elétricas e armário na parte inferior.	06
Paquímetro digital.	05
Bancadas brancas de aço e madeira com tomadas elétricas.	10
Projeter multimídia preso ao teto.	02
Computadores.	12

Conjunto mesa e cadeira para o professor nos Labs.	02
Banco para os alunos, junto às bancadas.	50
Armários grandes de alumínio e vidro, para guarda de equipamentos.	05
Armário pequeno de aço, idem.	01
Armário pequeno de aço e vidro, idem.	01
Armário pequeno de madeira, idem.	02
Equipamentos diversos antigos, em fase de análise para posterior reaproveitamento ou devolução ao Setor de Patrimônio.	---

### Anexo 3. Infraestrutura a ser implantada

Para voltar a ter um Laboratório de Física bem equipado e moderno para atender à demanda de alunos e cursos atendidos pelo Departamento de Física do DEPEs, inclusive o curso novo de Física (exceto os conteúdos de Física Moderna: ver adiante), o seu Colegiado aprovou uma compra orçada em aproximadamente R\$ 950 mil, conforme tabela abaixo, a fim de complementar os equipamentos atualmente existentes.

<b>Equipamento de Física Básica (Ref mín de qualidade = Phywe)</b>	<b>Quantidade</b>
Software de aquisição de dados	1
Sistema de Ensino em Física Mecânica - Intermediário - Realiza 52 Experimentos.	8
Balança com graduação, 0,05g (atende de 01 até 10 conjuntos).	2
Sistema de Ensino em Física Mecânica - Avançado - Realiza 9 Experimentos.	8
Sistema de Ensino em Física Termodinâmica - Avançado - Realiza 34 Experimentos.	8
Sistema de Ensino em Física Eletrostática - Realiza 16 Experimentos.	6
Sistema de Ensino em Física Linhas equipotenciais e campo elétrico - Realiza 5 Experimentos.	6
Sistema de Ensino em Física Magnetismo - Realiza 11 Experimentos.	6
Sistema de Ensino em Física Motor Elétrico/Gerador - Realiza 10 Experimentos.	6
Sistema de Ensino em Física Eletricidade e Eletrônica em Blocos-completo. Realiza 72 Experimentos.	6
Sistema de Ensino em Física Ótica – Avançado. Realiza 99 Experimentos.	6
Sistema de Ensino em Física Ótica - Atômica. Realiza 17 Experimentos.	6

Estimamos em aproximadamente R\$ 51 mil a demanda para o reequipamento do Laboratório de Física Básica, pelo novo curso de Física. Deste total, a parcela de R\$ 18 mil refere-se a compras mais urgentes e o restante (R\$ 33 mil) a compras que podem esperar por até mais alguns anos.

Com relação à demanda dos equipamentos de Laboratório para os conteúdos de Física Moderna, esta deverá ser atendida até o início do terceiro ano de funcionamento do curso (em 2020, caso o curso seja aberto em 2018). Elaboramos uma lista de equipamentos a serem adquiridos a seguir que contempla alguns itens de Física Moderna que o Colegiado do DEFIS julga importante para uma compra assim que possível (mas preferencialmente após a compra do material mais premente, citado acima, avaliado em aproximadamente R\$ 340 mil, dos quais R\$ 18 mil se referem exclusivamente à Física). Os preços dos equipamentos a seguir foram obtidos em Ata de Registro de Preços disponível em <http://novadidacta.com.br/atas.php>, exceto o do microscópio, que foi obtido por consulta direta ao representante comercial do fabricante.

Cabe ainda assinalar que as aulas experimentais de conteúdos de Física Moderna poderão realizar-se nos já existentes laboratórios das salas E-309 e/ou E-311, não havendo, em princípio, necessidade de se alocar uma nova sala para instalação do laboratório.

Item	Equipamentos de Física Moderna (Ref mín de qualidade = Phywe)	Quant	Valor (R\$)
01	Unidade para Experimento em ressonância de spin do elétron.	1	101.500,00
02	Unidade para Experimento em distribuição Maxwelliana de velocidades.	1	52.499,00
03	Unidade para Experimento em Lei de Stefan-Boltzmann.	1	36.250,00
04	Unidade para Experimento em Efeito Fotoelétrico e Constante de Planck - separação de linhas por filtros de interferência.	1	56.890,00
05	Unidade para Experimento em difração de elétrons.	1	50.278,57
06	Microscópio de tunelamento com varredura ( <b>menor prioridade</b> ).	1	141.502,67
07	Unidade para Experimento sobre a carga específica do elétron (razão carga-massa: e/m).	1	69.084,62
08	Unidade para Experimento em Estrutura fina.	1	79.000,00
09	Conjunto para Medida da Velocidade da Luz.	1	38.139,00



	<b>VALOR TOTAL</b>		<b>625.143,86</b>
--	--------------------	--	-------------------

Considerando que muitos dos equipamentos acima também fazem parte de uma modernização desejável por várias Engenharias existentes na Unidade Maracanã do CEFET/RJ, além de também termos em conta que a disciplina optativa de Tópicos em Física Moderna pode ser ofertada pelo DEFIS a todas as Engenharias. Devemos considerar ainda que a modernização dos laboratórios de Física visam atender com maior qualidade os cursos dos demais Departamentos Acadêmicos. Chegamos, assim, ao valor de aproximadamente R\$ 313 mil para os equipamentos de Física Moderna demandados pelo novo curso de Baharelado em Física, a serem comprados conforme a lista abaixo.

Resumimos abaixo os valores referentes às necessidades de equipamentos para a implantação do curso de Física no campus Maracanã do CEFET/RJ.

Período	Demanda de equipamentos para o curso de Física e custo correspondente
Em 2018, ou nos 2 primeiros períodos de funcionamento do novo curso	Aproximadamente R\$ 18 mil, referentes a reequipamento do Laboratório de Física Básica, valor já aprovado pelo DEPES para compra em 2015, mas não realizada por problemas financeiros. OBS.: o não atendimento desta demanda não impede a abertura do curso já em 2018 (da mesma forma que a compra não efetuada em 2015 não impede a continuidade dos cursos já existentes com a mesma qualidade, apesar do maior esforço por parte do corpo docente e discente).
Ao longo da implantação do novo curso (2018-2021, ou 4 anos)	Compra do restante do reequipamento do Laboratório de Física Básica: aproximadamente R\$ 33 mil.
No primeiro semestre de 2018, ou a partir do 5º semestre de existência do novo curso	Compra de equipamentos básicos de Física Moderna, perfazendo um total de aproximadamente R\$ 313 mil.