



**CONSELHO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO**  
PRAÇA DA REPÚBLICA, 53 – CENTRO/SP - CEP: 01045-903  
FONE: 2075-4500

# *PROJETO PEDAGÓGICO*

## *Curso de Graduação em Física*

*Instituto de Física “Gleb Wataghin”*

*Universidade Estadual de Campinas*

**2018**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**



*Reitor*  
**Marcelo Knobel**

*Coordenador Geral da Universidade*  
**Teresa Dib Zambon Atvars**

*Pró-Reitor de Graduação*  
**Eliana Martorano Amaral**

*Diretor Acadêmico*  
**Orlando Carlos Furlan**

## *INSTITUTO DE FÍSICA GLEB WATAGHIN*



*Diretor*  
**Pascoal José Giglio Pagliuso**

*Diretor Associado*  
**Mônica Alonso Cotta**

*Coordenador da Graduação*  
**Abner de Siervo**

*Coordenador Associado da Graduação*  
**Rickson Coelho Mesquita**

## **1 – Objetivos**

### **1.1 – Objetivos Gerais**

O Instituto de Física “Gleb Wataghin” (IFGW) da UNICAMP oferece os cursos de Bacharelado em Física (diurno), Licenciatura em Física (diurno e noturno) e Engenharia Física (diurno, descrito por outro projeto pedagógico). O Bacharelado em Física ainda possui duas modalidades distintas: a habilitação em Física Médica e a ênfase em Física Biomédica. Os cursos de graduação do IFGW enfatizam o aprendizado associado à pesquisa, onde parte da formação do aluno ocorre fora da sala de aula na forma de colóquios, estágios, iniciações científicas, etc. O Bacharelado em Física, bem como todas as suas modalidades, são oferecidos somente no período diurno.

Existem três cursos de Licenciatura em Física na Unicamp: o diurno e o noturno, oferecidos pelo IFGW, e o curso de Licenciatura Integrada Química/Física, com responsabilidade tripartite entre a Faculdade de Educação (responsável principal), o Instituto de Física e o Instituto de Química. Esse curso tem caráter multidisciplinar, onde o aluno opta entre Licenciatura em Física ou em Química no final do quarto semestre. O projeto pedagógico do curso de Licenciatura Integrada Química/Física é de responsabilidade da Faculdade de Educação.

Seja qual for sua área de atuação, o físico é um profissional que, apoiado em conhecimentos sólidos e atualizados, deve ser capaz de abordar e tratar problemas novos. Em uma sociedade em rápida transformação, surgem continuamente novas funções sociais e novos campos de atuação para este profissional.

### **1.2 – Objetivos Específicos**

#### **1.2.1 Bacharelado em Física**

Objetiva preferencialmente a formação de um profissional capacitado para a pesquisa acadêmica (básica ou aplicada) em universidades, centros de pesquisa, indústrias e outros setores da sociedade. O bacharel em Física deve ter uma formação sólida e atualizada em Física contemporânea, incluindo o conhecimento das teorias fundamentais das Mecânicas Clássica e Quântica, do Eletromagnetismo e da Física Estatística, além de dominar as técnicas experimentais básicas envolvidas nessas disciplinas.

#### **1.2.2 Bacharelado em Física com ênfase em Física Biomédica**

Esta modalidade visa formar profissionais capazes de atuar na pesquisa e aplicar os princípios da Física a uma ampla variedade de problemas na Biologia e na Medicina. Este profissional tem uma formação sólida em Física, além de uma formação básica complementar em disciplinas ligadas à área de Biologia, permitindo sua atuação na interação entre pesquisadores nas áreas de Física, Medicina e Biologia.

### **1.2.3 Bacharelado em Física Médica**

Nesta modalidade, o curso forma Físicos que terão atuação semelhante à do Bacharel em Física Biomédica, entretanto com ênfase em atividades ligadas aos serviços clínico e/ou terapêutico. O Físico Médico tem uma sólida formação em Física, complementada com disciplinas específicas que capacitam este profissional a atuar nas áreas de radioterapia, medicina nuclear, radiologia diagnóstica e proteção radiológica nos principais hospitais e clínicas do país.

### **1.2.4 Licenciatura em Física**

O percurso do licenciado em Física qualifica-se para o trabalho em instituições educativas, escolares e não escolares, tanto no âmbito do ensino, como professor da educação básica, quanto em outras dimensões do trabalho educacional. Faz parte dessa formação profissional as experiências de ensino e pesquisa, bem como de reflexão acerca de aspectos políticos e culturais da ação educativa.

O complemento ao núcleo comum do curso de Licenciatura em Física inclui, além de disciplinas de Física e Matemática, um grupo de disciplinas oferecidas pela Faculdade de Educação com enfoque em Didática, Psicologia Educacional, Políticas Pedagógicas, e Aspectos Culturais da Educação. O curso de Licenciatura ainda conta com um grupo de disciplinas de Práticas de Ensino, ofertadas tanto pelo IFGW quanto pela Faculdade de Educação.

## **2 – Perfil do Egresso**

A Física é a ciência que estuda a matéria, a energia e suas interações, tendo contribuído de forma fundamental para o progresso e desenvolvimento da humanidade. Essas contribuições tem se dado tanto no plano filosófico, onde se busca compreender a estrutura e o funcionamento do universo em que vivemos, quanto no plano prático. Muitos dos conceitos abstratos surgidos do estudo da Termodinâmica, do Eletromagnetismo e da Física Quântica, para citar algumas áreas, deram origem a tecnologias que hoje são de uso corriqueiro. O aparato experimental utilizado hoje em Física Médica, por exemplo, foi quase todo desenvolvido nos laboratórios de pesquisa em Física Básica, bem como avanços mais recentes na área de comunicações, como a rede Ethernet, a qual se iniciou como protocolo de troca de informação entre laboratórios de Física. Alguns avanços na área de engenharia genética, como a descoberta da estrutura de dupla hélice do DNA, contaram com a participação de pesquisadores em Física.

Estes indicadores ressaltam a necessidade da formação de um profissional com embasamento sólido dos conceitos já estabelecidos, que permita estabelecer novas correlações e aplicações em outras áreas de conhecimento, além das já tradicionais no escopo da Física, como por exemplo, a optoeletrônica.

Durante seu desenvolvimento histórico, a Física contribuiu para o estabelecimento do que se conhece hoje por método científico. Os primeiros grandes experimentos, como a medida da circunferência da Terra por Erastótenes, no século III A.C., eram, apesar de muito engenhosos, realizados com métodos bastante precários, levando frequentemente a erros. A elaboração do

método científico pode ser creditada a Galileu pela sua famosa experiência do plano inclinado, e a Torricelli, com suas experiências sobre a pressão atmosférica. A aplicação deste método aos fenômenos da natureza tem estabelecido confiabilidade aos resultados de pesquisa e investigação científica.

Além da importância da Física na expansão das fronteiras do conhecimento fundamental, indispensável para a geração de novas tecnologias, ela também contribui para a sociedade com a formação de recursos humanos qualificados para solucionar problemas e trabalhar com novas ideias e recursos de última geração. Por ser uma ciência natural, a Física apresenta requisitos de caráter multidisciplinar, sendo também um elemento fundamental na educação de Químicos, Engenheiros e Biólogos, além dos profissionais das áreas de Informática, Meio-Ambiente e Ciências da Terra, entre várias outras.

A formação do Físico deve, portanto, ser tal que possa fazê-lo capaz de reconhecer padrões e explicar fenômenos da natureza, prevendo ocorrências sempre que possível; e ainda, abordar e tratar problemas novos – sejam eles fenômenos naturais ou projetos específicos em sua área de trabalho – a partir de conhecimentos sólidos e atualizados em Física.

Dessa forma o Bacharel em Física deve estar apto a:

- Propor o estudo e a resolução de problemas utilizando o método científico, através da elaboração de experimentos e modelos físicos adequados dentro de seus domínios de validade;
- Apresentar os resultados obtidos em linguagem científica através de suas formas de expressão mais comuns como, por exemplo, relatórios, trabalhos para publicação, seminários e palestras;
- Avaliar projetos de trabalho, através da elaboração de avaliações e/ou pareceres técnico-científicos;
- Manter-se atualizado com o desenvolvimento da Física e suas interfaces multidisciplinares.

O Licenciado em Física, além dos objetivos anteriores, deverá estar apto a:

- Apresentar propostas pedagógicas dentro de objetivos educacionais definidos em função de sua área de atuação;
- Preparar textos didáticos; preparar e apresentar aulas, palestras e demonstrações experimentais.

A formação fundamental do Físico, deve ainda, apresentar a flexibilidade necessária para ser conjugada a outras áreas do saber, tanto em áreas afins, como Química, Medicina e Engenharia, quanto em áreas mais recentes, como Geologia, Geofísica, Meio-Ambiente e Clima, Genética, Comunicações, etc.

Cabe ressaltar que os perfis acima são acompanhados e verificados pelo IFGW através de um banco de dados contendo todos os egressos do IFGW, que é atualizado anualmente, através de pesquisa *online* junto aos alunos formados. Mais recentemente, o IFGW vem pensando em formas de manter um contato mais próximo com seus egressos, numa iniciativa pioneira na Universidade.

### **3 – Ingresso**

O IFGW oferece cursos de Graduação em Física nos períodos diurno e noturno. O ingresso nos cursos do período diurno é realizado de forma conjunta com os cursos de Matemática e de Matemática Aplicada e Computacional, com um total de 155 alunos classificados pelo Vestibular Nacional da UNICAMP. Os alunos optam por uma das carreiras oferecidas após três semestres dentro da Universidade.

Os alunos do curso de Física diurno podem optar por uma das cinco modalidades de curso:

- Bacharelado em Física
- Bacharelado em Física com ênfase em Física Biomédica
- Bacharelado em Física Médica
- Licenciatura em Física
- Engenharia Física

A opção pela modalidade de Engenharia Física dependerá de aprovação em processo seletivo específico da Coordenadoria do Curso de Graduação em Engenharia Física do IFGW, com um máximo de 15 vagas anuais, sendo 05 vagas para a ênfase em Optoeletrônica e 10 vagas para a ênfase em Produção Tecnológica. A seleção dos alunos que optarem pelo curso de Engenharia Física é definida por critério acadêmico após o 3º semestre da sugestão.

A opção pela modalidade de Física com ênfase em Física Biomédica dependerá de aprovação em processo seletivo da Coordenadoria do Curso de Graduação em Física, com um máximo de 10 vagas anuais, sendo definidas por critério acadêmico após o 3º semestre da sugestão.

A opção pela modalidade de Física Médica dependerá de aprovação em processo seletivo da Coordenadoria do Curso de Graduação em Física, com um máximo de 30 vagas anuais, sendo definidas por critério acadêmico após o 3º semestre da sugestão.

No período noturno são aceitos 40 alunos no curso de Licenciatura em Física. A entrada destes alunos é feita pelo Concurso Vestibular Nacional da UNICAMP, separadamente do curso diurno.

### **4 – Estágio Curricular**

#### **4.1 Bacharelado em Física**

O aluno que optar pela modalidade de Bacharelado em Física deve apresentar um *trabalho de conclusão de curso*, i.e., uma monografia elaborada ao longo de seu último semestre com a orientação de um pesquisador reconhecido pelo Instituto. Esse trabalho é avaliado pelo pesquisador orientador da monografia e também por um docente responsável pela disciplina.

Além da monografia, espera-se que o aluno do curso de bacharelado em física participe do programa de iniciação científica junto aos diversos grupos de pesquisa do IFGW, ou mesmo em instituições de pesquisa da região de Campinas com quem já existe uma colaboração,

como o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), outras unidades da UNICAMP e o Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI). O aluno é incentivado a ingressar em um programa de iniciação científica, pois esta é uma parte importante da formação de um físico. Como incentivo, permitimos que o aluno obtenha créditos de disciplinas da graduação na forma de disciplinas eletivas (optativas).

#### **4.2 Bacharelado em Física Médica**

O aluno do curso de Física Médica deverá realizar estágios supervisionados em hospitais nas principais áreas de atuação do físico médico: radioterapia, radiodiagnóstico, medicina nuclear e proteção radiológica. Os estágios são efetuados no quinto ano do curso, após os alunos terem adquirido a formação básica necessária para poderem atuar na área clínica. No primeiro semestre do quinto ano, todos os estágios são realizados junto ao Hospital de Clínicas (HC) da UNICAMP e ao Centro de Atenção Integral à Saúde da Mulher (CAISM). Estes estágios são supervisionados por docentes da Faculdade de Ciências Médicas (FCM) da UNICAMP, e conta com o apoio dos profissionais do Centro de Engenharia Biomédica (CEB) da UNICAMP. No segundo semestre do quinto ano, os alunos podem optar por efetuar estágios em outras instituições da área de saúde, ou permanecer no complexo hospitalar da UNICAMP, onde já possuem vagas garantidas.

Além do estágio curricular obrigatório, os alunos de Física Médica são incentivados a procurar estágios extra-curriculares na área de interesse em Física Médica. Como o último ano do curso de Física Médica é focado na prática do conhecimento específico adquirido ao longo da formação básica, é permitido aos alunos uma jornada de até 40 horas semanais de atividades práticas nos períodos em que não estão programadas aulas presenciais.

#### **4.3 Licenciatura em Física**

O aluno do curso de Licenciatura em Física efetua durante o curso, no mínimo, quatro disciplinas de estágio na área de Ensino. Os estágios, que são realizados junto a colégios do ensino fundamental II e/ou do ensino médio, são obrigatórios e supervisionados. Juntos, os quatro estágios requerem um mínimo de 480 horas de prática e orientação, sendo 240 horas sob responsabilidade do Instituto de Física e 240 horas sob responsabilidade da Faculdade de Educação.

Do ponto de vista pedagógico, o projeto de estágio dos cursos de Licenciatura em Física é desenvolvido em 4 (quatro) etapas. As primeiras duas etapas são oferecidas pela Faculdade de Educação da UNICAMP, e visam oferecer ao aluno uma vivência escolar mais ampla, focando na escola, na organização e na gestão do processo escolar, bem como na atuação do professor como indivíduo atuante na Escola.

As últimas duas etapas são oferecidas pelo Instituto de Física, e visam oferecer ao aluno uma vivência mais específica do exercício da docência na área de Física sem, contudo, não excluir a atuação do professor perante às diferentes faces do trabalho pedagógico. Um grande diferencial nesta última etapa é o acompanhamento do trabalho de estágio junto a uma carga horária obrigatória de formação didático-pedagógica. Note que além das 240 h obrigatórias de estágio nestas duas últimas etapas, há uma carga horária extra de 60 h exclusivas de formação

didático-pedagógicas atreladas às disciplinas de estágio, forçando a mesma a ser realizada simultaneamente ao estágio. O objetivo desta carga horária é consolidar aspectos da formação do aluno a partir da vivência do mesmo no estágio, utilizando como elementos formadores a própria experiência do aluno. A carga horária dedicada à formação didático-pedagógica nesta etapa trabalha conceitos do contexto social, político e econômico da escola e dos alunos, incluindo diversidade e gênero, além de fundamentos de didática e metodologias de ensino vivenciadas no dia-a-dia. Nossa experiência tem sido altamente proveitosa neste formato, bem como o retorno dos alunos.

No conjunto das atividades desenvolvidas nos quatro estágios, procura-se inserir o estagiário nos campos de forma que sua experiência lhe permita conhecer as várias dimensões do trabalho educativo e da docência, especialmente, as atividades desenvolvidas na sala de aula.

Além dos estágios obrigatórios, o aluno do curso de Licenciatura em Física é incentivado a participar do Programa Institucional de Iniciação à Docência (PIBID). O objetivo do PIBID é fomentar e aprimorar a qualidade da formação docente de forma a contribuir para a elevação do padrão de qualidade das escolas de ensino fundamental e do ensino médio.

## **5 – Matriz Curricular do Curso**

### **5.1 – Núcleo Comum**

O núcleo comum deve ser cumprido tanto pelo Licenciado quanto pelo Bacharel em Física, representando aproximadamente metade da carga horária mínima necessária para a obtenção do diploma e sendo caracterizado por disciplinas de Física Geral, Matemática e Computação.

#### **Física Geral**

Consiste no conteúdo de Física do ensino médio, revisto em maior profundidade, com conceitos matemáticos adequados. Além de uma apresentação teórica dos tópicos fundamentais (Mecânica, Termodinâmica, Eletromagnetismo, Física Ondulatória), devem ser contemplados cursos de laboratórios, ressaltando o uso do método científico na formação dos profissionais para o século XXI. Durante o núcleo comum o aluno será exposto tanto aos conceitos de Física Clássica quanto de Física Moderna. Os cursos de Física Clássica são os cursos com conceitos estabelecidos (em sua maior parte) no século XIX, envolvendo Mecânica Clássica, Eletromagnetismo e Termodinâmica. Já a Física Moderna é a Física a partir do início do século XX, compreendendo conceitos de Mecânica Quântica, Física Estatística e algumas aplicações. São apresentadas aulas de laboratório que exploram os conceitos abordados nestas disciplinas.

#### **Matemática**

É o conjunto mínimo de ferramentas matemáticas necessárias ao tratamento adequado dos fenômenos em física, composto por cálculo diferencial e integral, geometria analítica, álgebra linear, equações diferenciais e cálculo numérico.

#### **Computação**

Os alunos também são expostos aos conceitos de lógica computacional e programação de computadores ao longo do núcleo comum, em que estão previstas não só a exposição aos conceitos computacionais e às linguagens computacionais como também atividades práticas de programação.

## 5.2 Disciplinas do Curso de Física do Período Diurno

Apresentamos a seguir as disciplinas obrigatórias de cada núcleo das modalidades. As tabelas apresentam o código da disciplina, seu nome e o número de horas semanais de aulas (HS).

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>HS</b>
F 128	Física Geral I	04
F 129	Física Experimental I	02
F 228	Física Geral II	04
F 229	Física Experimental II	02
F 315	Mecânica Geral I	04
F 320	Termodinâmica	04
F 328	Física Geral III	04
F 329	Física Experimental III	02
F 428	Física Geral IV	04
F 429	Física Experimental IV	02
F 502	Eletromagnetismo I	04
F 589	Estrutura da Matéria	04
F 740	Métodos da Física Experimental III	04
FM003	Seminários sobre a Profissão	02
MA111	Cálculo I	06
MA141	Geometria Analítica e Vetores	04
MA211	Cálculo II	06
MA311	Cálculo III	06
MA327	Álgebra Linear	04
MC102	Algoritmos e Programação de Computadores	06
ME210	Probabilidade I	04
MS149	Complementos de Matemática	02

### 5.2.1 Disciplinas Complementares do Bacharelado em Física

Além do núcleo comum, o aluno deverá cumprir:

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>HS</b>
F 415	Mecânica Geral II	04
F 520	Métodos Matemáticos da Física I	04
F 540	Métodos da Física Experimental I	04
F 602	Eletromagnetismo II	04
F 604	Física Estatística	04
F 620	Métodos Matemáticos da Física II	04
F 689	Mecânica Quântica I	04
F 789	Mecânica Quântica II	04
F 887	Física Nuclear	04
F 888	Física do Estado Sólido	04
F 896	Monografia	08
MA044	Matemática IV	04
MS211	Cálculo Numérico	04
QG101	Química I	04
QG102	Química Experimental I	04

## Disciplinas Eletivas

8 Créditos dentre:

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>HS</b>
E10--	Qualquer disciplina de Graduação da Unicamp com o código E10--	
F 0--	Qualquer disciplina de Graduação da Unicamp com o código F 0--	
F 010	Estágio em Empresas Junior - Física	04
F 530	Instrumentação I	04
F 590	Iniciação Científica I	02
F 630	Instrumentação II	04
F 690	Iniciação Científica II	02
F 885	Partículas Elementares e Campos	04
F 889	Física Atômica e Molecular	04

8 Créditos dentre:

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>HS</b>
F 541	Métodos da Física Experimental V	04
F625	Métodos de Computação Científica I	04
F 640	Métodos da Física Experimental II	04
F 838	Métodos da Física Experimental VII	04
F 839	Métodos da Física Experimental VI	04

### 5.2.2 Disciplinas Complementares da Licenciatura em Física

Além do núcleo comum, o aluno deverá cumprir:

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>HS</b>
EL212	Política Educacional: Organização da Educação Brasileira	06
EL213	LIBRAS e Educação de Surdos	04
EL285	Conhecimento em Física Escolar I	02
EL511	Psicologia e Educação	06
EL683	Escola e Cultura	06
EL685	Conhecimento em Física Escolar II	02
EL774	Estágio Supervisionado I	08
EL874	Estágio Supervisionado II	08
EL884	Práticas Pedagógicas em Física	02
F 489	Estrutura da Matéria II	04
F 609	Tópicos de Ensino de Física I	06
F 897	Monografia em Ensino de Física I	08
F 901	Estágio Supervisionado I	10
F 902	Estágio Supervisionado II	10
FL701	Projetos Integrados do Ensino de Física	08

## Disciplinas Eletivas

12 Créditos dentre:

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>HS</b>
F ---	Qualquer disciplina de Graduação da Unicamp com o código F ---	
MA---	Qualquer disciplina de Graduação da Unicamp com o código MA---	

MS---	Qualquer disciplina de Graduação da Unicamp com o código MS---
-------	--

4 Créditos dentre:

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>HS</b>
F 540	Métodos da Física Experimental I	04
F 541	Métodos da Física Experimental V	04
F 839	Métodos da Física Experimental VI	04

12 Créditos dentre:

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>HS</b>
-----	Qualquer disciplina oferecida pela Unicamp	

6 Créditos dentre:

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>HS</b>
F 530	Instrumentação I	04
F 709	Tópicos de Ensino de Física II	06
F 809	Instrumentação para Ensino	04
FL702	Projetos Integrados do Ensino de Física II	08
FL801	Práticas de Ensino de Física	08

8 Créditos dentre:

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>HS</b>
FL110	Iniciação à Prática de Ensino I	04
FL210	Iniciação à Prática de Ensino II	04
FL310	Iniciação à Prática de Ensino III	04

8 Créditos dentre:

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>HS</b>
F 590	Iniciação Científica I	04
F 690	Iniciação Científica II	04

### 5.2.3 Disciplinas Complementares do Bacharelado em Física Médica

Além do núcleo comum, o aluno deverá cumprir:

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>HS</b>
BS580	Fundamentos de Biologia Celular e Molecular para Física Médica	04
BS681	Fundamentos de Anatomia, Histologia e Fisiologia Humana para Física Médica	04
F 520	Métodos Matemáticos da Física I	04
F 540	Métodos da Física Experimental I	04
F 550	Radiação: Interação e Detecção	04
F 604	Física Estatística	04
F 620	Métodos Matemáticos da Física II	04
F 689	Mecânica Quântica I	04
F 752	Ressonância Magnética Aplicada à Medicina	04
F 758	Radiobiologia e Radioproteção	04
F 790	Ferramentas para Processamento de Sinais e Imagens Médicas	04

F 837	Laboratório de Física Médica	04
F 852	Física da Radiologia	04
F 853	Física da Medicina Nuclear	04
F 854	Física da Radioterapia	04
MA044	Matemática IV	04
MD760	Aspectos Clínicos da Física Médica	04
MD947	Estágio Superv. Física Médica I-Radiologia, Radioterapia e Medicina Nuclear	24
MD948	Estágio Superv. Física Médica II-Radiologia, Radioterapia e Medicina Nuclear	24
MS211	Cálculo Numérico	04
QG101	Química I	04
QG102	Química Experimental I	04

#### Disciplinas Eletivas

4 Créditos dentre:

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>HS</b>
F 602	Eletromagnetismo II	04
F 789	Mecânica Quântica II	04
F 856	Biofotônica	04
F 885	Partículas Elementares e Campos	04
F 887	Física Nuclear	04
F 888	Física do Estado Sólido	04

#### **5.2.4 Disciplinas Complementares do Bacharelado em Física com Ênfase em Física Biomédica**

Além do núcleo comum, o aluno deverá cumprir:

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>HS</b>
Bs580	Fundamentos de Biologia Celular e Molecular para Física Médica	04
BS681	Fundamentos de Anatomia, Histologia e Fisiologia Humana para Física Médica	04
F 415	Mecânica Geral II	04
F 520	Métodos Matemáticos da Física I	04
F 540	Métodos da Física Experimental I	04
F 550	Radiação: Interação e Detecção	04
F 602	Eletromagnetismo II	04
F 604	Física Estatística	04
F 620	Métodos Matemáticos da Física II	04
F 689	Mecânica Quântica I	04
F 758	Radiobiologia e Radioproteção	04
F 789	Mecânica Quântica II	04
F 837	Laboratório de Física Médica	04
F 896	Monografia	08
MA044	Matemática IV	04
MS211	Cálculo Numérico	04
QG101	Química I	04

QG102	Química Experimental I	04
-------	------------------------	----

Disciplinas Eletivas

4 Créditos dentre:

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>HS</b>
F 838	Métodos de Física Experimental VII	04
F 852	Física da Radiologia	04
F 853	Física da Medicina Nuclear	04
F 854	Física da Radioterapia	04

4 Créditos dentre:

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>HS</b>
-----	Qualquer disciplina oferecida pela Unicamp	

4 Créditos dentre:

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>HS</b>
F 752	Ressonância Magnética Aplicada à Medicina	04
F 755	Física Aplicada à Medicina e Biologia I	04
F 790	Ferramentas para Processamento de Sinais e Imagens Médicas	04
F 856	Biofotônica	04

4 Créditos dentre:

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>HS</b>
F 839	Métodos da Física Experimental VI	04
F 855	Física Aplicada à Medicina e Biologia II	04
F 885	Partículas Elementares e Campos	04
F 887	Física Nuclear	04
F 888	Física do Estado Sólido	04
F 889	Física Atômica e Molecular	04

### 5.3 Disciplinas do curso de Licenciatura em Física Noturno

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>HS</b>
EL212	Política Educacional: Organização da Educação Brasileira	6
EL213	LIBRAS e Educação de Surdos	4
EL285	Conhecimento em Física Escolar I	2
EL511	Psicologia e Educação	6
EL683	Escola e Cultura	6
EL774	Estágio Supervisionado I	8
EL874	Estágio Supervisionado II	8
F 008	Introdução à Física	6
F 128	Física Geral I	4
F 129	Física Experimental I	2
F 228	Física Geral II	4
F 229	Física Experimental II	2
F 315	Mecânica Geral I	4
F 320	Termodinâmica	4
F 328	Física Geral III	4

F 329	Física Experimental III	2
F 428	Física Geral IV	4
F 429	Física Experimental IV	2
F 489	Estrutura de Matéria II	4
F 502	Eletromagnetismo I	4
F 589	Estrutura da Matéria	4
F 609	Tópicos de Ensino de Física I	6
F 740	Métodos da Física Experimental III	4
F 897	Monografia em Ensino de Física I	8
F 901	Estágio Supervisionado I	10
F 902	Estágio Supervisionado II	10
FL701	Projetos Integrados do Ensino de Física	8
FL801	Práticas de Ensino de Física	8
FM003	Seminários sobre a Profissão	2
FM201	Atividades Científico - Culturais I	4
FM301	Atividades Científico - Culturais II	2
MA111	Cálculo I	6
MA141	Geometria Analítica e Vetores	4
MA211	Cálculo II	6
MA311	Cálculo III	6
MA327	Álgebra Linear	4
MC102	Algoritmos e Programação de Computadores	6
ME414	Estatística para Experimentalistas	4
MS149	Complementos de Matemática	2

### 5.3.1 Disciplinas Complementares de Licenciatura em Física Noturno

Além do núcleo comum, o aluno deverá cumprir:

Disciplinas Eletivas

8 Créditos dentre:

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>HS</b>
-----	Qualquer disciplina oferecida pela Unicamp	

4 Créditos dentre:

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>HS</b>
F ---	Qualquer disciplina de Graduação da Unicamp com o código F ---	

4 Créditos dentre:

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>HS</b>
F 540	Métodos da Física Experimental I	04
F 541	Métodos da Física Experimental V	04
F 839	Métodos da Física Experimental VI	04

8 Créditos dentre:

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>HS</b>
FL110	Iniciação à Prática de Ensino I	04
FL210	Iniciação à Prática de Ensino II	04

FL310	Iniciação à Prática de Ensino III	04
-------	-----------------------------------	----

6 Créditos dentre:

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>HS</b>
F 530	Instrumentação I	04
F 709	Tópicos de Ensino de Física II	06
F 809	Instrumentação para Ensino	04
FL702	Projetos Integrados do Ensino de Física II	08

8 Créditos dentre:

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>HS</b>
F 590	Iniciação Científica I	04
F 690	Iniciação Científica II	04

#### **5.4 Carga horária e Tempo de Integralização para o cumprimento do currículo pleno**

Para graduar-se no curso de Física, o aluno deverá perfazer carga horária e total de créditos de acordo com sua opção dentre as modalidades/habilitações oferecidas. As tabelas abaixo mostram a sugestão de cumprimento do currículo. Os números entre parêntesis na frente do código das disciplinas indicam o número de horas de aula semanais.

##### **Bacharelado em Física**

Para graduar-se neste curso, o aluno deverá obter o total de 164 créditos, correspondentes a 2460 horas de atividades totais, que poderão ser integralizadas em 08 semestres, conforme proposta da unidade para o cumprimento do currículo pleno, sendo o prazo máximo de integralização 12 semestres.

<b>Semestre</b>	<b>Horas Semanais</b>	<b>Disciplina</b>
01	20	F 128(4), F 129(2), FM003(2), MA111(6), MA141(4), MS149(2)
02	22	F 228(4), F 229(2), MA211(6), MA327(4), MC102(6)
03	20	F 328(4), F 329(2), MA311(6), ME210(4), MS211(4)
04	22	F 315(4), F 428(4), F 429(2), MA044(4), QG101(4), QG102(4)
05	20	F 415(4), F 502(4), F 520(4), F 540(4), F 589(4)
06	20	4 créditos eletivos e F 320(4), F 602(4), F 620(4), F 689(4)
07	20	8 créditos eletivos e F 604(4), F 740(4), F 789(4)
08	20	4 créditos eletivos e F 887(4), F 888(4), F 896(8)

##### **Licenciatura em Física - diurno**

Para graduar-se neste curso, o aluno deverá obter o total de 222 créditos, equivalentes a 3330 horas de atividades totais. Deste total, 480 horas (16% do total) são dedicadas exclusivamente a estágios supervisionados, e até 210 horas (6% do total) são realizadas em

atividades científico-culturais no âmbito de qualquer unidade da Universidade. O aluno ainda deve optar entre disciplinas de iniciação científica e/ou monografia relacionadas à pesquisa em ensino de Física, contemplando o desenvolvimento de práticas de leitura e escrita em língua portuguesa.

Dentre as atividades supervisionadas, um total de 960 horas é dedicado à formação didático-pedagógica do aluno, enquanto 1530 horas são destinados à formação técnica e científica. Inclui-se nesta parte da formação conhecimentos sólidos de Física, Matemática, e de tecnologias da informação. O total de 3330 horas pode ser integralizado em 08 semestres, conforme proposta da unidade para o cumprimento do currículo pleno, conforme sugestão abaixo para o cumprimento do currículo pleno, sendo o prazo máximo de integralização 12 semestres.

<i>Semestre</i>	<i>Horas Semanais</i>	<i>Disciplinas</i>
01	20	F 128(4), F 129(2), FM003(2), MA111(6), MA141(4), MS149(2)
02	22	F 128(4), F 129(2), FM003(2), MA111(6), MA141(4), MS149(2)
03	28	4 créditos eletivos e EL285(2), EL683(6), F 328(4), F 329(2), MA311(6), ME210(4)
04	30	6 créditos eletivos e EL212(6), EL511(6), EL685(2), F 315(4), F 428(4), F 429(2)
05	28	12 créditos eletivos e EL774(8), F 502(4), F 589(4)
06	30	8 créditos eletivos e EL874(8), F 320(4), F 489(4), F 609(6)
07	30	8 créditos eletivos e F 740(4), F 901(10), FL701(8)
08	34	10 créditos eletivos e EL213(4), EL884(2), F 897(8), F 902(10)

### **Bacharelado em Física Médica**

Para graduar-se neste curso, o aluno deverá obter o total de 216 créditos, equivalentes a 3240 horas de atividades supervisionadas, que poderão ser integralizadas em 10 semestres, conforme proposta da unidade para o cumprimento do currículo pleno, sendo o prazo máximo de integralização 16 semestres.

<i>Semestre</i>	<i>Horas Semanais</i>	<i>Disciplina</i>
01	20	F 128(4), F 129(2), FM003(2), MA111(6), MA141(4), MS149(2)
02	22	F 228(4), F 229(2), MA211(6), MA327(4), MC102(6)
03	20	F 328(4), F 329(2), MA311(6), ME210(4), MS211(4)
04	22	F 315(4), F 428(4), F 429(2), MA044(4), QG101(4), QG102(4)
05	20	BS580(4), F 502(4), F 520(4), F 540(4), F 589(4)
06	20	BS681(4), F 320(4), F 550(4), F 620(4), F 689(4)

07	20	F 604(4), F 740(4), F 752(4), F 758(4), F 790(4)
08	20	4 créditos eletivos e F 837(4), F 852(4), F 853(4), F 854(4)
09	28	MD760(4), MD947(24)
10	24	MD948(24)

### **Bacharelado em Física Biomédica**

Para graduar-se neste curso, o aluno deverá obter o total de 176 créditos, equivalentes a 2640 horas de atividades supervisionadas, que poderão ser integralizadas em 08 semestres, conforme proposta da unidade para o cumprimento do currículo pleno, sendo o prazo máximo de integralização 12 semestres.

<i>Semestre</i>	<i>Horas Semanais</i>	<i>Disciplina</i>
01	20	F 128(4), F 129(2), FM003(2), MA111(6), MA141(4), MS149(2)
02	22	F 228(4), F 229(2), MA211(6), MA327(4), MC102(6)
03	20	F 328(4), F 329(2), MA311(6), ME210(4), MS211(4)
04	22	F 315(4), F 428(4), F 429(2), MA044(4), QG101(4), QG102(4)
05	24	4 créditos eletivos e BS580(4), F 415(4), F 520(4), F 540(4), F 589(4)
06	20	BS681(4), F 320(4), F 550(4), F 620(4), F 689(4)
07	24	4 créditos eletivos e F 502(4), F 604(4), F 740(4), F 758(4), F 789(4)
08	24	8 créditos eletivos e F 602(4), F 837(4), F 896(8)

### **Licenciatura em Física Noturno:**

Para graduar-se neste curso, o aluno deverá obter o total de 220 créditos, equivalentes a 3300 horas de atividades supervisionadas. Deste total, 480 horas (16% do total) são dedicadas exclusivamente a estágios supervisionados, e até 240 horas (7% do total) são realizadas em atividades científico-culturais no âmbito de qualquer unidade da Universidade. O aluno ainda deve optar entre disciplinas de iniciação científica e/ou monografia relacionadas à pesquisa em ensino de Física, contemplando o desenvolvimento de práticas de leitura e escrita em língua portuguesa.

Dentre as atividades supervisionadas, um total de 960 horas é dedicado à formação didático-pedagógica do aluno, enquanto 1500 horas são destinados à formação técnica e científica. Inclui-se nesta parte da formação conhecimentos sólidos de Física, Matemática, e de tecnologias da informação. O total de 3300 horas pode ser integralizado em 10 semestres,

conforme proposta da unidade para o cumprimento do currículo pleno, conforme sugestão abaixo para o cumprimento do currículo pleno, sendo o prazo máximo de integralização 16 semestres.

<i>Semestre</i>	<i>Horas Semanais</i>	<i>Disciplinas</i>
01	14	F 008(6), FM003(2), FM201(4), MS149(2)
02	20	EL285(2), EL683(6), FM301(2), MA111(6), MA141(4)
03	16	F 128(4), F 129(2), MA211(6), ME414(4)
04	18	EL212(6), F 228(4), F 229(2), MA311(6)
05	16	F 328(4), F 329(2), MA327(4), MC102(6)
06	20	4 créditos eletivos e EL213(4), EL511(6), F 428(4), F 429(2)
07	26	4 créditos eletivos e EL774(8), F 315(4), F 320(4), F 609(6)
08	28	4 créditos eletivos e EL874(8), F 502(4), F 589(4), FL701(8)
09	32	6 créditos eletivos e F 489(4), F 740(4), F 901(10), FL801(8)
10	30	12 créditos eletivos e F 897(8), F 902(10)

### **5.5 Adequação dos cursos de Licenciatura em Física às Deliberações CNE 2/2015 e CEE 142/2016**

Os cursos de Licenciatura em Física do IFGW foram tiveram sua matriz curricular modificada recentemente, de forma a atender às recentes Del. CNE 2/2015 e Del. CEE 142/2016. O relatório síntese e a planilha de disciplinas do CEE, anexos ao presente projeto, listam as disciplinas atendentes aos diferentes requerimentos, bem como listam a carga horária nas diferentes áreas de formação do aluno.

#### **5.5.1 Núcleo de Estudos de Formação Geral**

Considerando o Art. 12 da Del. CNE 2/2015, os cursos de Licenciatura em Física do IFGW oferecem ao todo 21 disciplinas no núcleo de formação geral, totalizando 1.290 h de atividades formativas estruturadas. Destas, 360 h são atividades didático-pedagógicas e 930 h são atividades técnico-científicas. A lista das disciplinas que compõem o Núcleo I são:

<b>Núcleo I - Atividades técnico-científicas</b>				
<b>Semestre</b>	<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>Horas Semanais</b>	<b>Horas Semestrais</b>
1	F 128	Física Geral I	4	60
1	F 129	Física Experimental I	2	30

1	MA111	Cálculo I	6	90
1	MA141	Geometria Analítica e Vetores	4	60
1	MS149	Complementos de Matemática	2	30
2	F 228	Física Geral II	4	60
2	F 229	Física Experimental II	2	30
2	MA211	Cálculo II	6	90
2	MA327	Álgebra Linear	4	60
2	MC102	Algoritmos e Programação de Computadores	6	90
3	F 328	Física Geral III	4	60
3	F 329	Física Experimental III	2	30
3	MA311	Cálculo III	6	90
3	ME210	Probabilidade I	4	60
4	F 428	Física Geral IV	4	60
4	F 429	Física Experimental IV	2	30
			<b>Total</b>	<b>930</b>

<b>Núcleo I - Atividades didático-pedagógicas</b>				
<b>Semestre</b>	<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>Horas Semanais</b>	<b>Horas Semestrais</b>
3	EL285	Conhecimento em Física Escolar I	2	30
3	EL683	Escola e Cultura	6	90
4	EL212	Política Educacional: Organização da Educação Brasileira	6	90
4	EL511	Psicologia e Educação	6	90
8	EL213	LIBRAS e Educação de Surdos	4	60
			<b>Total</b>	<b>360</b>

### 5.5.2 Núcleo de Aprofundamento e Diversificação

Considerando o Art. 12 da Del. CNE 2/2015, os cursos de Licenciatura em Física do IFGW oferecem ao todo 11 disciplinas no núcleo de aprofundamento e diversificação, totalizando 570 h de atividades formativas estruturadas. Destas, 210 h são atividades didático-pedagógicas e 360 h são atividades técnico-científicas. A lista das disciplinas que compõem o Núcleo II são:

<b>Núcleo II - Atividades técnico-científicas</b>				
<b>Semestre</b>	<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>Horas Semanais</b>	<b>Horas Semestrais</b>
4	F 315	Mecânica Geral I	4	60
5	F 502	Eletromagnetismo I	4	60
5	F 589	Estrutura da Matéria	4	60
6	F 320	Termodinâmica	4	60
6	F 489	Estrutura de Matéria II	4	60
7	F 740	Métodos da Física Experimental III	4	60

<b>Total</b>	<b>360</b>
--------------	------------

<b>Núcleo II - Atividades Didático-Pedagógicas</b>				
<b>Semestre</b>	<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>Horas Semanais</b>	<b>Horas Semestrais</b>
6	F 609	Tópicos de Ensino de Física I	6	90
7	F 901	Estágio Supervisionado I	2	30
8	F 902	Estágio Supervisionado II	2	30
8	EL884	Práticas Pedagógicas em Física	2	30
4	EL685	Conhecimento em Física Escolar II	2	30
<b>Total</b>			<b>210</b>	<b>210</b>

### 5.5.3 Núcleo de Estudos Integradores

Além dos Núcleos I e II estabelecidos no Art. 12 da Del. CNE 2/2015, os cursos de Licenciatura em Física do IFGW oferecem outras 6 disciplinas no núcleo de estudos integradores, que visa praticar a atividade interdisciplinar entre os conteúdos técnico-científico e didático-pedagógico. Este núcleo contempla a participação em seminários, iniciação à docência, monitoria e/ou extensão, além de práticas articuladas entre o IFGW e outros sistemas de ensino, formal e não-formal (museu de ciências, etc.). A lista das disciplinas que compõem o Núcleo III são:

<b>Núcleo III - Núcleo de Estudos Integradores</b>				
<b>Semestre</b>	<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>Horas Semanais</b>	<b>Horas Semestrais</b>
1	FM003	Seminários sobre a Profissão	2	30
7	FL701	Projetos Integrados do Ensino de Física	8	120
9	ELET	Disciplina Eletiva de Instrumentação para Ensino	6	90
9	FL801	Práticas de Ensino de Física	8	120
10	FLx10	Disciplina Eletiva de Prática de Ensino	8	120
10	F 897	Monografia em Ensino de Física I	8	120
<b>Total</b>			<b>600</b>	<b>600</b>

### 5.5.4 Projeto de Prática como Componente Curricular

O projeto de Prática como Componente Curricular (PCC) dos cursos de Licenciatura em Física da UNICAMP estende-se ao longo de todo o percurso acadêmico do aluno, em diferentes níveis. Ao contrário de modelos curriculares mais antigos, a PCC nos nossos cursos tende a ser parte integrante da formação, sendo realizada em paralelo – e não posteriormente – à base teórica.

Nas disciplinas de formação didático-pedagógica de caráter exclusivamente educacional (contemplado nas disciplinas EL285, EL212, EL683, EL213, EL511), as práticas estão concentradas na reflexão do contexto educacional (objeto de ensino) e sua interlocução com a prática docente, explorando como o contexto educacional mais amplo (isto é, políticas educacionais, a escola como espaço de vivência, distribuição socioeconômica e educação, diversidades e pluralidades dos atores educacionais, entre outros) influencia a prática de ensino.

Já as disciplinas de formação específica do Licenciado em Física buscam explorar a PCC como ferramenta da interdisciplinaridade intrínseca entre Física e Educação, que deve estar presente em qualquer formação de Licenciatura em Física. Mais especificamente, as disciplinas F 008, F 128, F 228 e F 328 permitem introduzir conceitos de tutorias no processo de ensino-aprendizagem (conhecimento pedagógico) do conteúdo básico de Física acerca dos conceitos desenvolvidos no Ensino Médio (objeto de ensino). Entre outras tarefas, os alunos são estimulados a pensar não só no conteúdo específico de Física, mas em como explicar e transmitir este conteúdo – e o executam na prática com seus pares, em aulas direcionadas exclusivamente para a resolução de problemas conceituais e quantitativos de Física Básica. Por fim, as disciplinas de formação didático-pedagógica avançadas (contempladas nas disciplinas F 609, FL701 e FL801, além de 60h de Prática Docente guiada e 30h de desenvolvimento de projetos para ensino, a serem desenvolvidos num contexto que pode ser escolhido pelos alunos através de disciplinas eletivas) visam proporcionar aos alunos experiências práticas do processo de ensino-aprendizagem mais diversificadas, também tendo como foco a Física como objeto de ensino. Nestas disciplinas, o futuro licenciado tem a oportunidade de criar, testar e praticar diferentes abordagens e estratégias para ensinar, bem como analisar sua prática do ponto de vista de aprendizagem para os alunos.

Em conjunto, nosso projeto de PCC se inicia nos anos iniciais e perdura até o último semestre dos alunos de licenciatura em Física, proporcionando diferentes oportunidades para analisar, na prática, o processo de ensino-aprendizagem em Física. Ao longo deste processo o aluno deve enfrentar, necessariamente, contextos educacionais diversos que também são discutidos, na teoria e na prática, incluindo problemáticas de inclusão e tópicos relacionados aos direitos humanos, além da diversidade étnico-racial, das políticas e história educacional, e da escola como espaço de vivência e cultura. Por fim, cabe ressaltar que este projeto é complementar (mas não coincidente) com as atividades teórico-práticas de base teórica, tanto pedagógicas quanto em Física. Somam-se ao projeto de PCC e de bases teóricas as atividades de estágio, que incluem atividades teórico-práticas de formação didático-pedagógica paralelamente às atividades de estágio nas escolas de Ensino Médio.

## **6 – Outras Informações Relevantes**

### **6.1 Sobre o Instituto de Física “Gleb Wataghin” (IFGW)**

O Instituto de Física "Gleb Wataghin" começou suas atividades em 1967 e desde então tem sido um centro de excelência em pesquisa, ensino e extensão, reconhecido como um dos melhores do país e dotado de pesquisadores com trabalhos de impacto internacional.

Em 2009, a Unicamp foi eleita a melhor universidade na área de Exatas e Informática pelo Prêmio Guia do Estudante Abril. Já a pós-graduação do IFGW recebeu a nota máxima (7) da avaliação da Capes nos últimos sete triênios (1998-2000, 2001-2003, 2004-2006, 2007-2009,

2010-2012, 2013-2015, 2016-2018). Praticamente todas as teses de doutorado defendidas no Instituto vão acompanhadas de publicações em revistas de circulação internacional. Nos últimos anos cerca de 10 teses de doutorado receberão prêmios ou distinções acadêmicas nacionais e/ou internacionais.

O Instituto tem também se destacado tanto na pesquisa básica como na aplicada, tendo tido papel fundamental em desenvolvimentos tecnológicos do país, como no caso das Comunicações Ópticas. Desde 1983, foram geradas 13 empresas de tecnologia a partir dos quadros do IFGW. Apresenta hoje uma estrutura com quatro departamentos de pesquisa:

- Raios Cósmicos e Cronologia;
- Física da Matéria Condensada;
- Eletrônica Quântica;
- Física Aplicada.

As atividades relativas à Diretoria do IFGW contemplam os diversos setores, tais como Coordenadorias de Graduação e de Pós-Graduação, Biblioteca, serviços administrativos, serviços técnicos, etc. Atualmente o corpo administrativo do IFGW diretamente ligado à Diretoria é composto por:

Prof. Dr. Pascoal José Giglio Pagliuso	Diretor
Profa. Dra. Mônica Alonso Cotta	Diretora Associada
Prof. Dr. Marcos César de Oliveira	Coordenador de Pós-graduação
Prof. Dr. Abner de Siervo	Coordenador de Graduação
Prof. Dr. Rickson Coelho Mesquita	Coordenador Associado de Graduação
Prof. Dr. Gustavo Silva Wiederhecher	Coord. dos Labs. de Ens. Básico e de Informática
Prof. Dr. André Koch Torres de Assis	Coordenador da Biblioteca
Eng <sup>o</sup> . Pedro Miguel Raggio dos Santos	Responsável Técnico pelos LEB/LEI
Eng <sup>o</sup> . Antonio Carlos da Costa	Responsável Técnico pelo LEP
Juliana Fachini de Araújo	Secretária de Graduação

Contamos ainda com o apoio de 14 técnicos e 04 secretários auxiliando os laboratórios e a organização dos Cursos de Física.

O corpo docente do Instituto de Física é composto de 87 professores ativos, sendo 86 em RDIDP (Regime de Dedicção Integral a Docência e Pesquisa) e 1 em RTP (Regime de Turno Parcial) todos, exceto um, com título de Doutor. O corpo discente tem aproximadamente 700 alunos de Graduação e 300 de Pós-Graduação.

O IFGW apresenta grande ênfase na realização de pesquisas em áreas de fronteira da Física, tendo uma história de forte integração com outras instituições de pesquisa nacional e internacional e com o setor produtivo. O Instituto tem formado muitos dos quadros qualificados de centros de pesquisa e de outras Universidades. Várias empresas se originaram no Instituto e estão instaladas nos arredores da UNICAMP, atuando em manufatura de lasers, equipamentos ópticos de precisão, tratamento de superfície, e eletrônica. As principais fontes de suporte financeiro do Instituto são a UNICAMP, FAPESP, CAPES, CNPq, além de convênios específicos.

O IFGW ocupa uma área de cerca de 39.200 m<sup>2</sup> incluindo administração, salas de professores e alunos de pós-graduação, cantina, laboratório didático dos cursos profissionais de física, salas de aulas, biblioteca, oficina gráfica e de desenho, laboratório de pesquisa, oficinas de apoio, estacionamento e área verde. O Instituto tem cerca de 40 laboratórios de pesquisa, 17 laboratórios de ensino, 400 micro-computadores e 200 computadores do tipo *workstations*. A biblioteca do IFGW conta com cerca de 14 mil livros em seu acervo e 223 assinaturas de periódicos e 44 títulos correntes.

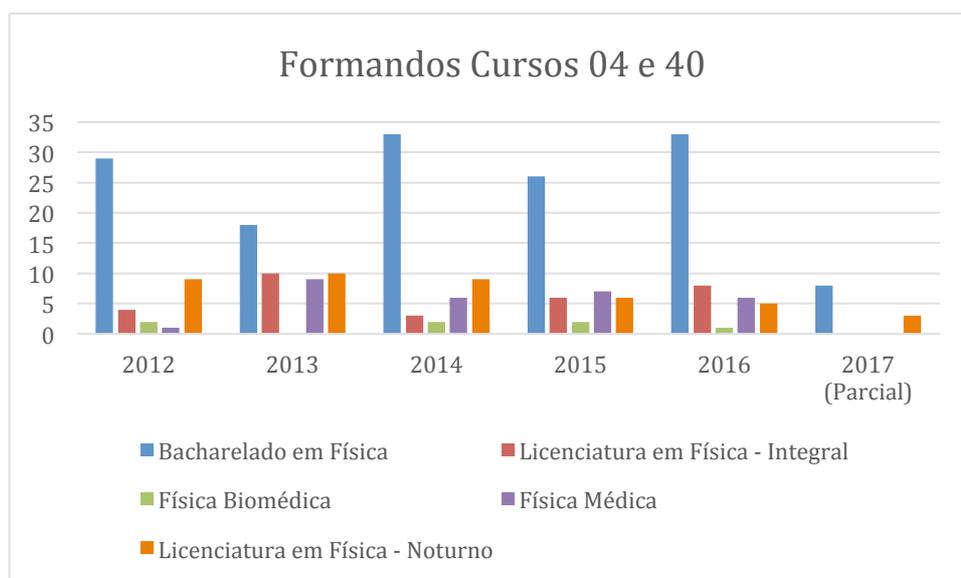
## **6.2 Processos Periódicos de Avaliação dos Cursos do IFGW**

O IFGW faz avaliações internas periódicas de seus cursos e do conjunto de suas disciplinas. Os alunos das várias modalidades de curso oferecidas pelo IFGW discutem as disciplinas e o andamento do curso em reuniões semestrais, sendo as aulas interrompidas no horário dessa avaliação global. Uma avaliação mais detalhada de cada disciplina é realizada por meio de um formulário específico que os estudantes respondem próximo do final de cada semestre.

Finalmente, com periodicidade de alguns anos, é discutida a estrutura curricular e as ementas das disciplinas como um todo. Constantemente a Comissão de Graduação do IFGW discute, avalia e delibera sobre as práticas de ensino e avaliação adotadas no IFGW, como por exemplo, introdução de disciplinas baseadas em projetos, *peer-learning*, disciplinas com turmas coordenadas, etc. Entre 2015-2017 três Grupos de Trabalho liderados pela Coordenadoria de Graduação do IFGW elaboraram pareceres para atualizar a grade curricular dos cursos de Licenciatura em Física, Bacharelado em Física Médica, e Bacharelado em Física com Ênfase em Física Biomédica. No momento estamos discutindo a grade do bacharelado em Física e reformulando os disciplinas básicas de laboratório.

## **6.3 - Alunos Formados**

O gráfico abaixo apresenta o número de alunos formados em graduação no IFGW nos últimos anos. Observa-se que o número de alunos formados tem crescido nos últimos anos. O curso noturno é mais extenso que o diurno para manter a mesma ementa e qualidade com um número menor de horas-aula semanais, sendo esta uma das causas da formação ainda pequena de alunos no curso noturno.



## 7 - Ementas das Disciplinas

Listamos abaixo as ementas das disciplinas obrigatórias e eletivas constantes nas modalidades do curso de Física. Para cada disciplina mostramos seu código, nome, semestre de oferecimento (OF: S - 1= primeiro, 2= segundo, 5= ambos), número de horas-aula por semana e teoria (T), prática (P), laboratório (L), atividade orientadas (O), total de horas semanais (HS), horas semanais em sala de aula (SL), número de créditos (C) e pré-requisitos.

F 008 – Introdução à Física

OF:S-1 T:002 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:006 SL:006 C:006 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: Não tem

Ementa: Introdução à ciência como forma de conhecimento. A matemática como linguagem da ciência. Grandezas, unidades e medidas. Movimentos no Universo. Energia e potência. Leis do movimento de Newton. Física térmica. Oscilações e Ondas. Ondas sonoras. Óptica. Ondas eletromagnéticas.

F 010 - Estágio em Empresas Júnior - Física

OF:S-6 T:000 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:000 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Estudo de situações reais em Física, desenvolvimento e acompanhamento de projetos em Física - pesquisa, desenvolvimento, divulgação, ensino - junto a uma Empresa Júnior. O estágio é orientado bilateralmente, incluindo um docente do curso e é concluída com a apresentação de um relatório.

F 011 - Tópicos de Física Aplicada I

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Aplicada I

F 012 - Tópicos de Física Aplicada II

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Aplicada II

F 013 - Tópicos de Física Aplicada III

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Aplicada III

F 014 - Tópicos de Física Aplicada IV

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Aplicada IV.

F 015 - Tópicos de Física Aplicada V

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Aplicada V.

F 016 - Tópicos de Física Aplicada VI

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Aplicada VI.

F 017 - Tópicos de Física Aplicada VII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Aplicada VII.

F 018 - Tópicos de Física Aplicada VIII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Aplicada VIII.

F 021 - Tópicos de Física da Matéria Condensada I

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física da Matéria Condensada I.

F 022 - Tópicos de Física da Matéria Condensada II

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física da Matéria Condensada II.

F 023 - Tópicos de Física da Matéria Condensada III

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física da Matéria Condensada III.

F 024 - Tópicos de Física da Matéria Condensada IV

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física da Matéria Condensada IV.

F 025 - Tópicos de Física da Matéria Condensada V

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física da Matéria Condensada V.

F 026 - Tópicos de Física da Matéria Condensada VI

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física da Matéria Condensada VI.

F 027 - Tópicos de Física da Matéria Condensada VII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física da Matéria Condensada VII.

F 028 - Tópicos de Física da Matéria Condensada VIII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física da Matéria Condensada VIII.

F 031 - Tópicos de Astronomia e Astrofísica I

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Astronomia e Astrofísica I.

F 032 - Tópicos de Astronomia e Astrofísica II

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Astronomia e Astrofísica II.

F 033 - Tópicos de Astronomia e Astrofísica III

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Astronomia e Astrofísica III.

F 034 - Tópicos de Astronomia e Astrofísica IV

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Astronomia e Astrofísica IV.

F 035 - Tópicos de Astronomia e Astrofísica V

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Astronomia e Astrofísica V.

F 036 - Tópicos de Astronomia e Astrofísica VI

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Astronomia e Astrofísica VI.

F 037 - Tópicos de Astronomia e Astrofísica VII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Astronomia e Astrofísica VII.

F 038 - Tópicos de Astronomia e Astrofísica VIII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Astronomia e Astrofísica VIII.

F 041 - Tópicos de Física Matemática I

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Matemática I.

F 042 - Tópicos de Física Matemática II

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Matemática II.

F 043 - Tópicos de Física Matemática III

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Matemática III.

F 044 - Tópicos de Física Matemática IV

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Matemática IV.

F 045 - Tópicos de Física Matemática V

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Matemática V.

F 046 - Tópicos de Física Matemática VI

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Matemática VI.

F 047 - Tópicos de Física Matemática VII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Matemática VII.

F 048 - Tópicos de Física Matemática VIII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Matemática VIII.

F 051 - Tópicos de Física Computacional I

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Computacional I.

F 052 - Tópicos de Física Computacional II

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Computacional II.

F 053 - Tópicos de Física Computacional III

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Computacional III.

F 054 - Tópicos de Física Computacional IV

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Computacional IV.

F 055 - Tópicos de Física Computacional V

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Computacional V.

F 056 - Tópicos de Física Computacional VI

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Computacional VI.

F 057 - Tópicos de Física Computacional VII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Computacional VII.

F 058 - Tópicos de Física Computacional VIII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Computacional VIII.

F 061 - Tópicos de História da Física I

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de História da Física I.

F 062 - Tópicos de História da Física II

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de História da Física II.

F 063 - Tópicos de História da Física III

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de História da Física III.

F 064 - Tópicos de História da Física IV

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de História da Física IV.

F 065 - Tópicos de História da Física V

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de História da Física V.

F 066 - Tópicos de História da Física VI

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de História da Física VI.

F 067 - Tópicos de História da Física VII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de História da Física VII.

F 068 - Tópicos de História da Física VIII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de História da Física VIII.

F 071 - Tópicos de Física Clássica I

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Clássica I.

F 072 - Tópicos de Física Clássica II

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Clássica II.

F 073 - Tópicos de Física Clássica III

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Clássica III.

F 074 - Tópicos de Física Clássica IV

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Clássica IV.

F 075 - Tópicos de Física Clássica V

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: tópicos atuais de Física Clássica V.

F 076 - Tópicos de Física Clássica VI

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Clássica VI.

F 077 - Tópicos de Física Clássica VII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Clássica VII.

F 078 - Tópicos de Física Clássica VIII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Clássica VIII.

F 081 - Tópicos de Física Experimental I

OF:S-6 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Experimental I.

F 082 - Tópicos de Física Experimental II

OF:S-6 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Experimental II.

F 083 - Tópicos de Física Experimental III

OF:S-6 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Experimental III.

F 084 - Tópicos de Física Experimental IV

OF:S-6 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos de Física Experimental IV.

F 085 - Tópicos de Física Experimental V

OF:S-6 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos de Física Experimental V.

F 086 - Tópicos de Física Experimental VI

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Experimental VI.

F 087 - Tópicos de Física Experimental VII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Experimental VII.

F 088 - Tópicos de Física Experimental VIII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física Experimental VIII.

F 091 - Tópicos em Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares I

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física de Raios Cósmicos e Partículas Elementares I.

F 092 - Tópicos em Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares II

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física de Raios Cósmicos e Partículas Elementares II.

F 093 - Tópicos em Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares III

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: ópicos atuais de Física de Raios Cósmicos e Partículas Elementares III.

F 094 - Tópicos em Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares IV

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%  
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física de Raios Cósmicos e Partículas Elementares IV.

F 095 - Tópicos em Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares V

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%  
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física de Raios Cósmicos e Partículas Elementares V.

F 096 - Tópicos de Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares VI

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%  
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares VI.

F 097 - Tópicos de Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares VII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%  
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares VII.

F 098 - Tópicos de Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares VIII

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%  
Pré-Req.: AA200

Ementa: Tópicos atuais de Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares VIII.

F 128 - Física Geral I

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Ementa: Cinemática do ponto. Leis de Newton. Estática e dinâmica da partícula. Trabalho e energia. Conservação da Energia. Momento linear e sua conservação. Colisões. Momento angular da partícula e de sistemas de partículas. Rotação de corpos rígidos.

F 129 - Física Experimental I

OF:S-5 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Ementa: Grandezas físicas e suas medidas. Erros. Instrumentos de medida. Tabelas, gráficos. Leis de Newton. Lei de Hooke. Estatística de dados, método de mínimos quadrados e propagação de erros. Movimento bidimensional. Conservação de energia. Colisões e conservação do movimento linear.

F 149 - Desenvolvimento de Novos Materiais

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%  
Pré-Req.: F 888

Ementa: Técnicas de preparação de materiais volumétricos: reação do estado sólido, técnica de fluxo metálico, fusão a arco, fusão por zona flutuante, etc. Critérios de estabilidade de estrutura. Síntese por aproximação através da substituição química por similitude de valência ou raio iônico. Critérios de busca por propriedade física desejada.

F 228 - Física Geral II

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%  
Pré-Req.: \*F 128

Ementa: Oscilações. Gravitação. Ondas em meios elásticos. Ondas sonoras. Hidrostática e hidrodinâmica. Viscosidade. Temperatura. Calorimetria e condução de calor. Leis da termodinâmica; teoria cinética dos gases.

Obs.: Recomenda-se que seja cursada previamente MA151 ou disciplina equivalente.

#### F 229 - Física Experimental II

OF:S-5 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 128 F 129

Ementa: Experiências de laboratório sobre: oscilações, gravitação, ondas em meios elásticos, ondas sonoras, hidrostática e hidrodinâmica, viscosidade, temperatura, calorimetria e condução de calor, leis da termodinâmica e teoria cinética dos gases.

#### F 249 - Óptica Aplicada

OF:S-6 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 429 F 589

Ementa: Fontes e Detectores de Luz: fontes contínuas (térmicas), discretas (espectrais) e monocromáticas; detectores térmicos e quânticos. Radiometria, Fotometria, Colorimetria e Espectrometria. Formação de Imagens: aproximação paraxial, sistemas espessos, efeito das aberturas (luminosidade e campo de imagem), aberrações: geométricas e cromática, resolução (efeitos de difração). Lentes de Fresnel. Sistemas Ópticos: microscópios, telescópios, objetivas, condensadores, etc. Aplicações envolvendo a polarização da luz: elipsometria, polarimetria, moduladores, mostradores de cristal líquido, etc. Interferometria: medida de pequenas dimensões, deslocamentos e topografia de superfícies. Filmes Finos: espelhos frios, filtros de interferência e antirrefletores.

#### F 313 - Mecânica Geral

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 128 MA141 MA211

Ementa: Fundamentos da mecânica newtoniana. Estática e dinâmica do ponto material. Sistemas de partículas. Referenciais acelerados. Sistemas de forças aplicados a um corpo rígido. Estática e dinâmica dos corpos rígidos. Vínculos, graus de liberdade, princípio dos trabalhos virtuais.

Obs.: Os alunos do curso de Física não poderão cursar esta disciplina.

#### F 315 - Mecânica Geral I

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 128 MA211

Ementa: Revisão de matrizes e cálculo vetorial. Mecânica Newtoniana. Oscilações lineares. Oscilações não lineares e Caos. Gravitação. Cálculo variacional. Equações de Lagrange e de Hamilton.

#### F 320 - Termodinâmica

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 228 MA211

Ementa: Sistemas termodinâmicos, reversibilidade, termometria. Variáveis e equações de estado, diagramas PVT. Trabalho e primeira lei da termodinâmica. Equivalente mecânico de calor. Energia interna, entalpia, ciclo de Carnot. Mudanças de fase. Segunda lei da termodinâmica e entropia. Funções termodinâmicas. Aplicações práticas de termodinâmica. Teoria cinética dos gases. Distribuição de velocidades moleculares.

F 328 - Física Geral III

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 128 MA111 MA141/ F 128 GE504 MA141

Ementa: Lei de Coulomb, Campo Elétrico, Lei de Gauss, Potencial Elétrico, Capacitância, Corrente e Resistência, Força Eletromotriz e Circuitos Elétricos, Campo Magnético, Lei de Ampère, Lei da Indução de Faraday, Indutância, Propriedades Magnéticas da Matéria, Oscilações Eletromagnéticas, Correntes Alternadas, Equações de Maxwell.

Obs.: Recomenda-se que seja cursada previamente MA251 ou disciplina equivalente.

F 329 - Física Experimental III

OF:S-5 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 129 MA111/ F 129 GE504

Ementa: Experiências de laboratório sobre: lei de Coulomb e campo elétrico, lei de Gauss, potencial elétrico, capacitores e dielétricos, corrente, resistência e força eletromotriz, circuitos e instrumentos de corrente contínua, campo magnético de uma corrente, forças magnéticas sobre correntes, força eletromotriz induzida e circuitos de corrente alternada.

F 349 - Introdução à Teoria de Informação: Aspectos Clássicos e Quânticos

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 789

Ementa: Definição de informação; entropia, entropia relativa e informação mútua; redundância de códigos; princípios de codificação de erros; princípios de mecânica quântica, definição de canais quânticos, origem de ruídos em sistemas de comunicação e informação quânticos; códigos quânticos de correção de erros; introdução à criptografia.

F 415 - Mecânica Geral II

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 315/ AA200

Ementa: Forças centrais. Sistemas de partículas. Referenciais não inerciais. Dinâmica de corpos rígidos. Oscilações acopladas. Meios contínuos e ondas. Teoria especial da Relatividade.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos da Física.

F 428 - Física Geral IV

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 328/ EE521

Ementa: Ondas Eletromagnéticas, Óptica Geométrica, Interferência, Difração, Teoria da Relatividade, Física Quântica, Modelos Atômicos, Condução de Eletricidade em Sólidos, Física Nuclear, Quarks, Léptons, e o Big-Bang.

Obs.: Recomenda-se que seja cursada previamente MA351 ou disciplina equivalente.

F 429 - Física Experimental IV

OF:S-5 T:000 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 329/ EE521 F 129

Ementa: Experiências de laboratório sobre: propriedades magnéticas da matéria, correntes alternadas, ondas eletromagnéticas, reflexão e refração da luz, polarização, interferência e difração da luz e introdução à física atômica e nuclear.

F 449 - Lasers e Aplicações

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 429/ F 589

Ementa: Princípio de funcionamento: emissão estimulada, meio ativo, inversão de população e cavidade óptica. Tipos de lasers, tipos de cavidades, laser contínuos e pulsados, amplificação e alargamento de linhas espectrais, limiar de oscilação, saturação do ganho. Espectro de modos. Prisma, redes e espelhos dispersivos para compensação de dispersão da velocidade de grupo. Aplicações científicas do laser (resfriamento a laser, medidas extremamente precisas, holografia, etc). Uso de lasers em telecomunicações; Aplicações em medicina e biofotônica. Aplicações industriais: corte, metrologia, instrumentos a laser.

F 489 - Estrutura de Matéria II

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 589

Ementa: Momentos de dipolo magnético, spin, e taxas de transição. Átomos multieletrônicos. Estatística quântica. Moléculas. Sólidos. Modelos Nucleares. Partículas elementares.

F 502 - Eletromagnetismo I

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 428/ AA200

Ementa: Campos eletrostáticos no vácuo e nos materiais dielétricos. Resolução das equações de Poisson e Laplace. Campos magnéticos, correntes estacionárias e materiais não magnéticos. Força eletromotriz induzida e energia magnética. Materiais magnéticos.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

F 515 - Mecânica Geral III

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 415

Ementa: Princípios variacionais e equações de Lagrange. Equações de movimento de Hamilton. Transformações canônicas. Teoria de Hamilton-Jacobi. Teoria de perturbação canônica. Introdução as formulações Hamiltonianas e Lagrangeanas para sistemas contínuos de campos.

F 520 - Métodos Matemáticos da Física I

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 428 MA044/ AA200

Ementa: Análise Vetorial (revisão), o operador nabla, sistemas de coordenadas (revisão), determinantes e matrizes, equações diferenciais, teoria de Sturm-Liouville funções ortogonais, a função gama, funções de Bessel, funções de Legendre, funções especiais.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

F 530 - Instrumentação I

OF:S-1 T:000 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:000 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 428 F 429/ AA200

Ementa: Projeto individual de sistemas de medição e controle de experiências e processos físicos.

F 540 - Métodos da Física Experimental I

OF:S-1 T:000 P:000 L:004 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 428 F 429/ AA200

Ementa: Circuitos básicos DC-AC. Componentes passivos. Instrumentos de medida. Diodos. Transistores. Amplificação. Amplificadores operacionais. Realimentação. Osciladores. Circuitos digitais básicos. Textos de laboratório.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

F 541 - Métodos da Física Experimental V

OF:S-6 T:000 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 540

Ementa: Técnicas avançadas em eletrônica.

F 549 - Fontes Alternativas de Energia

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: Não há

Ementa: Fontes de Energia Renovável, Combustíveis alternativos: Biodiesel, Bioetanol. Células Solares. Usinas Nucleares. Energia Eólica. Estudos de Impactos Ambientais.

F 550 - Radiação: Interação e Detecção

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 429 F 589

Ementa: Elementos de teoria de espalhamento. Interação da radiação gama com a matéria. Efeitos de atenuação. Método Monte Carlo. Detecção de radiação. Tipos de detetores. Espectroscopia Gama e de raio-x. Análise de dados.

Obs.: Recomenda-se cursar junto a disciplina F 502.

F 589 - Estrutura da Matéria

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200/ F 428 MA311

Ementa: Introdução à teoria da relatividade restrita. Radiação térmica e o postulado de Planck. Fótons e as propriedades corpusculares da radiação. Propriedades ondulatórias das partículas e o postulado de De Broglie. O átomo de Bohr. Introdução à equação de Schrödinger e soluções de problemas unidimensionais. O átomo de hidrogênio.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

F 590 - Iniciação Científica I

OF:S-1 T:000 P:002 L:000 O:002 D:000 HS:004 SL:000 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Iniciação a um projeto de pesquisa sob orientação individual de um professor.

F 602 - Eletromagnetismo II

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 502

Ementa: Equações de Maxwell. Propagação de ondas eletromagnéticas. Reflexão. Refração. Guias de onda. Radiação. Antenas.

F 604 - Física Estatística

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200/ F 320 ME210/ F 320 ME414/ QF431

Ementa: Introdução às propriedades de sistemas macroscópicos. 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 da energia. Interação termodinâmica. Termodinâmica estatística. Interação entre sistemas com troca de partículas: o "Ensemble" grande canônico. Estatística quântica de gases ideais: estatísticas de fótons, estatísticas de Fermi-Dirac e de Bose-Einstein. Teoria cinética e processos de transporte.  
Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

F 609 - Tópicos de Ensino de Física I

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:002 D:000 HS:006 SL:004 C:006 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 328 F 329

Ementa: Reflexão sobre o papel do professor de Física, as relações associadas à transposição didática, bom como sobre as metodologias de ensino que podem ser utilizadas nas aulas, tais como experimentação, história da ciência, resolução de problemas, interdisciplinaridade, dentre outros. Uso de Tecnologias de informação e comunicação no ensino de Física.

F 620 - Métodos Matemáticos da Física II

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 520

Ementa: Funções de variáveis complexas I (revisão), funções de variáveis complexas II: cálculo de resíduos (revisão), séries de Fourier, transformações integrais, equações integrais, cálculo de variações.

F 625 - Métodos de Computação Científica I

OF:S-6 T:002 P:002 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: MA311 MS211

Ementa: Elementos de programação em python. Parte gráfica: visualização e animação. Integração e diferenciação numérica. Transformadas de Fourier e aplicações. Equações diferenciais ordinárias de primeira e segunda ordem. Equações diferenciais parciais. Problemas de valores de contorno e iniciais. Processos estocásticos e método Monte Carlo. Integração e simulação por métodos Monte Carlo. Método Monte Carlo de Cadeia de Markov.

F 630 - Instrumentação II

OF:S-6 T:000 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Projeto individual de sistemas de medição e controle de experiências e processos físicos.

F 640 - Métodos da Física Experimental II

OF:S-2 T:000 P:000 L:004 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 428 F 429/ AA200

Ementa: Introdução: teoria dos gases rarefeitos. Escoamento de gases. Bombas de vácuo. Descrição quantitativa do bombeamento de sistemas de vácuo. Adsorção, dessorção e evaporação de moléculas em vácuo. Medidores de pressão. Acessórios: armadilhas, anteparos, válvulas, etc. Detecção de vazamento. Vedação. Soldagem. Limpeza. Métodos e máquinas produtoras de baixa temperatura. Liquefação de gases. Medição de temperatura. Componentes criogênicos.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

F 689 - Mecânica Quântica I

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 589 MA327

Ementa: Introdução às idéias fundamentais da teoria quântica. O aparato matemática da mecânica quântica de Schrödinger. Formalização da Mecânica Quântica enunciado-se os postulados. Spin 1/2 e sistemas de dois níveis. O oscilador harmônico unidimensional. Momento angular.

F 690 - Iniciação Científica II

OF:S-2 T:000 P:002 L:000 O:002 D:000 HS:004 SL:000 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200/ F 590

Ementa: Iniciação a um projeto de pesquisa sob orientação individual de um professor.

F 709 - Tópicos de Ensino de Física II

OF:S-2 T:000 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:006 SL:002 C:006 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 609

Ementa: Esta disciplina pretende fornecer ao licenciado uma discussão sobre a inserção dos conceitos de Física diante dos problemas de ensino de Física nas escolas de ensino médio. Deverá ser enfatizado o projeto, a confecção e o uso das demonstrações sobre Física no ensino médio.

F 725 - Métodos de Computação Científica II

OF:S-6 T:002 P:002 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 625 F 689

Ementa: Métodos de Dinâmica molecular e Monte Carlo para amostragem de ensembles estatísticos em sistemas clássicos de muitos graus de liberdade. Transições de fase. Simulação de processos fora do equilíbrio. Métodos Monte Carlo para sistemas quânticos. Soluções de passeio aleatório da equação de Schrödinger. Monte Carlo de Integrais de Trajetória e de Difusão.

F 730 - Instrumentação III

OF:S-6 T:000 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Projeto individual de sistemas de medição e controle de experiências e processos físicos.

F 740 - Métodos da Física Experimental III

OF:S-1 T:000 P:000 L:004 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 428 F 429/ AA200

Ementa: Experimentos de Física Moderna: Medidas de constantes fundamentais da Física: Emissão Termoiônica. Espectroscopia atômica e nuclear. Movimentos semicondutores. Ressonância magnética.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

F 749 - Engenharia de Materiais Estruturados e Dispositivos

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 888

Ementa: Técnicas de preparação e caracterização de filmes finos e materiais nanoestruturados. Nanomagnetismo. Técnicas de Microscopia, STM e AFM. Engenharia de dispositivos e funcionalização.

F 751 - Imagens Médicas com Radiação Não-Ionizantes

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 520 F 589

Ementa: Geração e propagação de ultra-som. Limites de resolução e artefatos. Medidas de fluxo Doppler. Processamento de sinais. Efeitos biológicos e segurança. Fundamentos de ressonância magnética. Geração de sinais e detecção. Sequências de pulso características. Localização de sinais e reconstrução de imagens. Contraste, resolução, ruído e artefatos. Técnicas para imageamento rápido.

F 752 - Ressonância Magnética Aplicada à Medicina

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 520 F 589

Ementa: Fundamentos de Ressonância Magnética. Geração de Sinais e Detecção. Sequências de Pulso Características. Localização de Sinais e Reconstrução de Imagens. Contraste, Resolução, Ruído e Artefatos. Técnicas para Imageamento Rápido. Imagens por Difusão e Perfusão. Espectroscopia por RM.

F 755 - Física Aplicada à Medicina e Biologia I

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 502

Ementa: Mecânica aplicada a problemas de músculos e circulação sanguínea. Transporte em um meio infinito. Transporte através de membranas neutras. Impulsos elétricos em células nervosas e músculos. Eletrocardiograma. Biomagnetismo. Eletricidade e magnetismo ao nível celular.

F 758 - Radiobiologia e Radioproteção

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: BD580 F 550/ BS580 F 550

Ementa: Radioquímica. Teorias e modelos de sobrevivência celular. Fatores que modificam a resposta da radiação. Radiobiologia de tecidos normais e neoplásicos. Carcinogênese e efeitos genéticos da radiação ionizante. Radiação ionizante e saúde pública. Princípios de proteção radiológica. Cálculos de dose de radiação. Normas de proteção radiológica. Cálculos de blindagens. Medidas de radiação. Proteção radiológica em instalações médicas e laboratórios de pesquisa. Gerenciamento de rejeitos radioativos. Transporte de materiais radioativos.

F 789 - Mecânica Quântica II

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 689

Ementa: Forças centrais e o átomo de Hidrogênio. Teoria de Espalhamento de uma partícula por um potencial. Spinores na teoria quântica não-relativística. Adição de momentos angulares. Teoria de perturbação independente do tempo. Estruturas fina e hiperfina do átomo de hidrogênio. Teoria de perturbação dependente do tempo. Partículas idênticas.

F 790 - Ferramentas para Processamento de Sinais e Imagens Médicas

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 428 MC102/ AA200

Ementa: Percepção visual humana; imagem digital; processamento de imagem; transformada de Fourier contínua e discreta; transformada de Laplace; filtragem de imagens; transformações geométricas; reconstrução de imagens através de projeções.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

F 809 - Instrumentação para Ensino

OF:S-6 T:000 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:000 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 428 F 429/ AA200

Ementa: Desenvolvimento de projeto de instrumentação sob orientação individual de um professor.

F 830 - Instrumentação IV

OF:S-6 T:000 P:004 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Projeto individual de sistemas de medição e controle de experiências e processos físicos.

F 837 - Laboratório de Física Médica

OF:S-2 T:000 P:000 L:004 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 740/ AA200

Ementa: Experimentos de Física Médica e Radiação. Espalhamento Compton. Efeito fotoelétrico. Caracterização de detectores de radiação. Lei de Poisson e distribuição normal em processos de decaimento radioativo. Fonte de neutrons e radioatividade induzida. Formação de imagens utilizando simuladores. Formação da imagem por raios-X: Contraste de absorção e contraste de fase. Ressonância Magnética Nuclear. Dosímetros termoluminescentes.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

F 838 - Métodos de Física Experimental VII

OF:S-6 T:000 P:000 L:004 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 428 F 429/ AA200

Ementa: Simetria das redes cristalinas, produção de raios-X, difração por redes de átomos, difração por sólidos cristalinos, determinação de estruturas cristalinas, espalhamento difuso de raios-X; estrutura da matéria desordenada, polímeros e sistemas biológicos.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

F 839 - Métodos da Física Experimental VI

OF:S-2 T:000 P:000 L:004 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 428 F 429/ AA200

Ementa: Ótica geométrica, Propagação, Natureza vetorial (relações vetoriais, vetor de Poynting, polarização, reflexão e refração, ondas evanescentes), Interferência e coerência (interferômetros, coerência, autocorrelação, espectro de potência, pulsos), Difração, Holografia (elementos, materiais, reconstrução de uma onda, capacidade e conteúdo de informação). Óptica de sólidos (dielétricos isotrópicos, condutores, interfaces com índices de refração complexos, meios anisotrópicos, cristais eletro-ópticos, óptica não linear.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

F 840 - Métodos da Física Experimental IV

OF:S-6 T:000 P:000 L:004 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 428 F 429/ AA200

Ementa: Difração de raios-X. Aparelhamento experimental. Método de Laue. Orientação de monocristais. Método de pó. Medição do parâmetro de rede. Difrator de raios-X. Aplicações. Proteção. Interferômetros por divisão de frente de onda, por lâmina de vidro e de Michelson. Luz coerente e luz espontânea. Sistema óptico difrator e formador de imagens.

Medição interferométrica de índice de refração de um gás. Medição por holografia da distribuição de temperatura. Sistema Monocromador e espectros de fontes luminosas.

#### F 849 - Instrumentação Científica

OF:S-6 T:000 P:000 L:004 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 540/ EE530

Ementa: Aquisição de medidas experimentais eletronicamente: conversão de medidas experimentais em sinais elétricos (corrente ou tensão), medidas de corrente, medidas de tensão, amplificadores, conversão de corrente em tensão, amplificadores "lock-in", conversão de sinal analógico em digital, comunicação entre sistemas de aquisição e computadores, protocolos de comunicação, programas para controle de experimentos e aquisição de dados.

#### F 852 - Física da Radiologia

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 758

Ementa: Produção de raios-x. Interação dos raios-x com a matéria. Formação da imagem radiográfica. Outras modalidades de imagens analógicas. Modalidades de imagens radiográficas digitais. Controle de qualidade.

#### F 853 - Física da Medicina Nuclear

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 758

Ementa: Grandezas e unidades. Decaimento radioativo. Espectrometria. Estatística aplicada à medicina nuclear. Produção de radionuclídeos. Dosimetria interna. Instrumentação. Detecção e medidas da radiação. Sistemas de contagem. Câmaras de cintilação. Qualidade de imagem em Medicina Nuclear. Tomografias tipo SPECT e PET.

#### F 854 - Física da Radioterapia

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 758

Ementa: Produção e qualidade dos raios-x. Aparelhos de radioterapia. Cálculo de dose. Planejamento de tratamento. Técnicas especiais de radioterapia. Terapia com feixe de elétrons. Braquiterapia.

#### F 855 - Física Aplicada à Medicina e Biologia II

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 755

Ementa: Análise de Sinais. Imagens Médicas. Laser na Medicina. Aplicações Médicas de raios-x. Noções de medicina nuclear.

#### F 856 - Biofotônica

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 589

Ementa: Óptica geométrica e instrumentos ópticos - microscópios. Guias de onda e fibras ópticas. Detectores de luz: fotomultiplicadores, APD, e câmeras CCD. Interação da luz com a matéria. Marcadores fluorescentes: proteínas e quantum dots. Funcionalização de interfaces. Espectroscopias de infravermelho e Raman. Óptica não linear. Biossensores fotônicos. Lasers. Cirurgias e terapias com laser. Visualizações fotônicas: OCT, NIR-DOT. Microscopias de fluorescência. Microscopias Multifotônicas. Microscopias Raman. Microscopias com resolução subdifração. Pinças ópticas e medidas biomecânicas.

F 885 - Partículas Elementares e Campos

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 689

Ementa: Introdução histórica. Conteúdo de partículas elementares previstos no modelo padrão. Cinemática relativística. Interações fundamentais: bósons intermediários e vértices primitivos da QED, QCD e interações fracas. Teorias de Gauge. Unificação eletrofraca. O mecanismo de Higgs. O modelo padrão.

F 887 - Física Nuclear

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 689/ F 489

Ementa: O átomo nuclear e o núcleo atômico. O modelo de gás de Fermi. O modelo de partícula independente. Aplicações do modelo de partícula independente. Núcleos com mais que um nucleon fora de camadas fechadas. Supercondutividade nuclear. O modelo coletivo. O modelo unificado. Aplicações do modelo unificado: vibrações.

F 888 - Física do Estado Sólido

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 689

Ementa: O problema geral do sólido e suas aproximações. Movimento de caroços e movimento de elétrons: visão puramente conceitual da aproximação adiabática Born-Oppenheimer. Revisão de estatística quântica: distribuições de Fermi-Dirac, Bose-Einstein e aplicações. Moléculas: ligações e espectros moleculares. Estrutura cristalina e rede recíproca. Condutores, semicondutores, supercondutores. Propriedades magnéticas.

F 889 - Física Atômica e Molecular

OF:S-6 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 689

Ementa: Átomos hidrogenóides. Átomos com mais de um elétron. Equações de Schrödinger. Espectroscopia de átomos. Átomo em campo externo. Espectro molecular: Excitações eletrônicas, vibracionais, rotacionais. Ligação química. Efeito Raman; cálculo de moléculas simples.

F 894 - Projeto de Curso em Engenharia Física

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200/ AA475

Ementa: Encontrar solução de um problema prático específico através da aplicação de princípios físicos, no projeto e construção de um aparelho ou equipamento. Isto será feito sob orientação individual de um professor.

F 895 - Projeto de Curso

OF:S-2 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200/ AA475

Ementa: Encontrar solução de um problema prático específico através da aplicação de princípios físicos, no projeto e construção de um aparelho ou equipamento. Isto será feito sob orientação individual de um professor.

F 896 - Monografia

OF:S-2 T:000 P:004 L:000 O:004 D:000 HS:008 SL:000 C:008 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA480

Ementa: Esta disciplina consistirá de aulas em sala, enfatizando a organização e o formalismo do desenvolvimento do trabalho científico, incluindo técnicas de redação científica, ferramentas de busca, referências bibliográficas, estruturas formais de divulgação científica, etc.. Na parte prática, deverá ser desenvolvido um tema de pesquisa individualmente pelo aluno, com o formato de um trabalho de Iniciação Científica, sob a orientação de um professor ou pesquisador autorizado pela Comissão de Graduação. A Monografia será avaliada no final da disciplina.

F 897 - Monografia em Ensino de Física I

OF:S-2 T:000 P:004 L:000 O:004 D:000 HS:008 SL:000 C:008 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA480

Ementa: Esta disciplina enfatiza a organização e o formalismo do desenvolvimento do trabalho escrito voltado para o ensino de Física, incluindo técnicas de redação científica, ferramentas de busca, referências bibliográficas, estruturas formais de divulgação escrita, etc. Na parte prática, o aluno deverá escolher um tema na área de Ensino de Física para estudar a fundo, num formato de trabalho dirigido. Deverão ser entregues a revisão bibliográfica sobre o tema, assim como o planejamento de monografia da parte a ser escrita. O trabalho será desenvolvido sob a orientação de um professor ou pesquisador autorizado pela Comissão de Graduação.

F 901 - Estágio Supervisionado I

OF:S-5 T:000 P:002 L:000 O:008 D:000 HS:010 SL:002 C:010 AV:N EX:S FM:80%

Pré-Req.: AA200/ F 428

Ementa: Aplicação de conhecimentos específicos de Física e técnicas didáticas em situações concretas de ensino, possibilitando a realização de mini-projetos, preparação de material didático e recursos paralelos, visando uma maior eficácia do trabalho formativo.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

F 902 - Estágio Supervisionado II

OF:S-2 T:000 P:002 L:000 O:008 D:000 HS:010 SL:002 C:010 AV:N EX:S FM:80%

Pré-Req.: AA200/ F 901

Ementa: Aplicação de conhecimentos específicos de Física e técnicas didáticas em situações concretas de ensino, possibilitando a realização de mini-projetos, preparação de material didático e recursos paralelos, visando uma maior eficácia do trabalho formativo.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

F 949 - Estágio em Engenharia Física

OF:S-2 T:000 P:004 L:000 O:008 D:000 HS:012 SL:004 C:012 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA475

Ementa: Estudos de situações reais em engenharia, acompanhamento de projeto, fabricação, especificação, montagem, programação, configuração e teste de equipamento, junto a empresas e centros de pesquisa credenciados pela Universidade.

FI092 - Física

OF:S-2 T:004 P:002 L:000 O:000 D:000 HS:006 SL:006 C:006 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: Não há

Ementa: Força e máquinas simples, locomoção, dinâmica, líquidos, sólidos, e materiais biológicos. Ondas e fenômenos de interface, polarização, lentes e instrumentos óticos. Corrente elétrica, eletromagnetismo. Átomo de Bohr, núcleo e radioatividade.

FL110 - Iniciação à Prática Docente I

OF:S-2 T:000 P:002 L:000 O:002 D:000 HS:004 SL:000 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Iniciação a atividades docentes, em projetos de iniciação científica, iniciação à docência, monitoria e/ou práticas articuladas entre os sistemas de ensino e instituições educativas.

FL210 - Iniciação à Prática Docente II

OF:S-2 T:000 P:002 L:000 O:002 D:000 HS:004 SL:000 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Iniciação a atividades docentes, em projetos de iniciação científica, iniciação à docência, monitoria e/ou práticas articuladas entre os sistemas de ensino e instituições educativas.

FL310 - Iniciação à Prática Docente III

OF:S-2 T:000 P:002 L:000 O:002 D:000 HS:004 SL:000 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200

Ementa: Iniciação a atividades docentes, em projetos de iniciação científica, iniciação à docência, monitoria e/ou práticas articuladas entre os sistemas de ensino e instituições educativas.

FL701 Projetos Integrados do Ensino de Física

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:004 D:000 HS:008 SL:002 C:008 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200 / EL774 / F 609 / F 901

Ementa: Desenvolvimento de projetos educacionais que poderão ser aplicados em sala de aula e/ou ambientes de ensino não-formal, como museu de ciências, voltadas para o ensino médio em Física. Os projetos deverão refletir sobre diferentes metodologias de ensino que podem ser utilizadas em aula.

Obs.: A autorização AA200 não será aplicada aos alunos dos cursos de Física.

FL702 Projetos Integrados do Ensino de Física II

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:004 D:000 HS:008 SL:002 C:008 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: AA200 / EL774 / F 609 / F 901

Ementa: Desenvolvimento de projetos educacionais que poderão ser aplicados em sala de aula e/ou ambientes de ensino não formal, como museu de ciências, voltadas para o ensino médio em Física. Os projetos deverão refletir sobre diferentes metodologias de ensino que podem ser utilizadas em aula.

FL801 - Práticas de Ensino de Física

OF:S-1 T:000 P:004 L:000 O:004 D:000 HS:008 SL:004 C:008 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 589

Ementa: Iniciação a atividades docentes, em forma de tutorias e plantão de dúvidas, supervisionadas por um docente do Instituto de Física.

FM003 - Seminários sobre a Profissão

OF:S-1 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:F EX:N FM:75%  
Ementa: Palestras sobre temas de ciências físicas e matemáticas e de suas interfaces com outras ciências, visando o direcionamento da formação acadêmica dos alunos ingressantes.

FM201 - Atividades Científico - Culturais I

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:F EX:N FM:75%

Ementa: Atividades Científicas e Culturais a serem desenvolvidas no âmbito da Unicamp.

FM301 - Atividades Científico - Culturais II

OF:S-5 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:F EX:N FM:75%

Ementa: Atividades Científicas e Culturais a serem desenvolvidas no âmbito da Unicamp.

FM401 - Atividades Científico - Culturais III

OF:S-5 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:F EX:N FM:75%

Ementa: Atividades Científicas e Culturais a serem desenvolvidas no âmbito da Unicamp.

FM501 - Atividades Científico - Culturais IV

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:F EX:N FM:75%

Ementa: Atividades Científicas e Culturais a serem desenvolvidas no âmbito da Unicamp.

FM601 - Atividades Científico - Culturais V

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:F EX:N FM:75%

Ementa: Atividades Científicas e Culturais a serem desenvolvidas no âmbito da unicamp.

FM701 - Atividades Científico - Culturais VI

OF:S-6 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:F EX:N FM:75%

Ementa: Atividades Científicas e Culturais a serem desenvolvidas no âmbito da Unicamp.

BS580 - Fundamentos de Biologia Celular e Molecular para Física Médica

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 429

Ementa: Introdução ao estudo da célula. Noções de Metabolismo. Genética molecular.

Organização interna da célula. A célula em seu contexto.

BS681 - Fundamentos de Anatomia, Histologia e Fisiologia Humana para Física Médica

OF:S-2 T:001 P:003 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: BD580/ BS580

Ementa: Anatomia Básica: estudo dos sistemas tegumentares, ósseos, articulares e musculares, cardiovasculares, respiratórios, digestivos, renais, reprodutor masculino e feminino. Histologia: bases morfofuncionais dos tecidos fundamentais e dos sistemas. Fisiologia básica: estudos dos sistemas cardiovasculares, digestivos, renais, reprodutor masculino e feminino. Sistema nervos e órgãos dos sentidos.

EL212 - Política Educacional: Organização da Educação Brasileira

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:002 D:000 HS:006 SL:004 C:006 AV:N EX:N FM:75%

Ementa: Estudo analítico das políticas educacionais no Brasil com destaque para: a política educacional no contexto das políticas públicas; organização dos sistemas de ensino considerando as peculiaridades nacionais e os contextos e legislação de ensino; organização da educação básica e do ensino superior.

EL213 - LIBRAS e Educação de Surdos

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:N FM:75%

Ementa: Conhecimentos teórico-práticos introdutórios de LIBRAS e dos parâmetros que a caracterizam como língua; constituição do sujeito surdo pela LIBRAS; história da educação e as organizações dos movimentos políticos dos surdos; comunidades surdas e suas produções culturais; abordagens educacionais no ensino da pessoa surda; projetos de educação bilíngue; leis de acessibilidade e de garantia à educação.

EL285 Conhecimento em Física Escolar I

OF:S-5 T:001 P:001 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:N FM:75%

Ementa: Análise de questões específicas do ensino da Física e de campos e conhecimento envolvidos em propostas de solução para essas questões.

EL511 Psicologia e Educação

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:002 D:000 HS:006 SL:004 C:006 AV:N EX:N FM:75%

Ementa: Contribuições da psicologia para o estudo e compreensão de questões relacionadas à Educação, considerando as possibilidades de atuação dos estudantes em sua área de formação.

EL683 Escola e Cultura

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:002 D:000 HS:006 SL:004 C:006 AV:N EX:N FM:75%

Ementa: Dimensões da escola e da cultura na Pesquisa e no Conhecimento em Educação.

EL685 Conhecimento em Física Escolar II

OF:S-2 T:001 P:001 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:N FM:75%

Pré-Req.: EL285

Ementa: Planejamento, organização e avaliação de unidades de ensino tendo em vista a Física Escolar.

EL774 Estágio Supervisionado I

OF:S-5 T:000 P:004 L:000 O:004 D:000 HS:008 SL:004 C:008 AV:N EX:N FM:75%

Pré-Req.: AA445 EL211 EL511 EL683/ AA200 AA445/ AA445 EF632 EF832 EL683

Ementa: Imersão no campo de trabalho, que propicie ao professor, em formação inicial, o contato com experiências, práticas e conhecimentos de natureza profissional, tanto na escola quanto em espaços educativos não escolares. Conhecer as características das instituições educativas no contexto socioeconômico cultural brasileiro, articulando as diferentes formas de ensino-aprendizagem, de gestão e de organização.

EL874 Estágio Supervisionado II

OF:S-5 T:000 P:004 L:000 O:004 D:000 HS:008 SL:004 C:008 AV:N EX:N FM:75%

Pré-Req.: EL774/ EL212 EL221 EL511 EL683

Ementa: Atuação no campo de trabalho que propicie ao professor em formação o contato com experiências, práticas e conhecimentos de natureza profissional, articulando as diferentes formas de ensino-aprendizagem, de gestão e de organização. Trabalho de campo orientado para a avaliação dos componentes da prática educativa, procurando compreendê-la a partir dos contextos nos quais se desenvolvem. Elaboração e implementação de projetos e propostas que ampliem as alternativas de intervenção e atuação.

EL884 Práticas Pedagógicas em Física

OF:S-2 T:001 P:001 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:N FM:75%

Ementa: Estudo de soluções apontadas pelas principais tendências da Educação em Física para problemas dessa disciplina na escola de ensino médio.

#### MA044 - Matemática IV

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: MA111 MA141 MA211

Ementa: Números complexos. Funções de variável complexa. Equações de Cauchy-Riemann. Integral de linha. Sequências e séries de números complexos. Séries de potências. Teorema dos resíduos. Transformações conformes.

#### MA111 Cálculo I

OF:S-5 T:004 P:002 L:000 O:000 D:000 HS:006 SL:006 C:006 AV:N EX:S FM:75%

Ementa: Intervalos e desigualdades. Funções. Limites. Continuidade. Derivada e diferencial. Integral. Técnicas de integração.

#### MA141 Geometria Analítica e Vetores

OF:S-5 T:003 P:001 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Ementa: Sistemas lineares. Vetores, operações. Bases, sistemas de coordenadas. Distância, norma e ângulo. Produtos escalar e vetorial. Retas no plano e no espaço. Planos. Posições relativas, interseções, distâncias e ângulos. Círculo e esfera. Coordenadas polares, cilíndricas e esféricas. Seções cônicas, classificação. Introdução às quádricas.

#### MA211 Cálculo II

OF:S-5 T:004 P:002 L:000 O:000 D:000 HS:006 SL:006 C:006 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: MA111 \*MA141/ MA151 \*MA141

Ementa: Funções de várias variáveis reais. Fórmula de Taylor. Máximos e mínimos. Integrais múltiplas. Integrais de linha. Teorema da divergência. Teorema de Stokes.

#### MA311 Cálculo III

OF:S-5 T:004 P:002 L:000 O:000 D:000 HS:006 SL:006 C:006 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: \*MA211/\*MA251

Ementa: Séries numéricas e séries de funções. Equações diferenciais ordinárias. Transformadas de Laplace. Sistemas de equações de primeira ordem. Equações diferenciais parciais e séries de Fourier.

#### MA327 Álgebra Linear

OF:S-5 T:003 P:001 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: \*MA141/\*EB102

Ementa: Espaços vetoriais reais. Subespaços. Base e dimensão. Transformações lineares e matrizes. Núcleo e imagem. Projeções. Autovalores e autovetores. Produto interno. Matrizes reais especiais. Diagonalização.

#### MC102 Algoritmos e Programação de Computadores

OF:S-5 T:004 P:000 L:002 O:000 D:000 HS:006 SL:006 C:006 AV:N EX:S FM:75%

Ementa: Conceitos básicos de organização de computadores. Construção de algoritmos e sua representação em pseudocódigo e linguagens de alto nível. Desenvolvimento sistemático e implementação de programas. Estruturação, depuração, testes e documentação de programas. Resolução de problemas.

#### ME210 Probabilidade I

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: MA111 MS149

Ementa: Espaço de probabilidade. Axiomas de Kolmogorov, propriedades, independência, probabilidade condicional, Teorema de Bayes. Espaços amostrais equiprováveis. Espaços amostrais infinitos. Variáveis e vetores aleatórios discretos bi e tri dimensionais; distribuições marginais, conjuntas e condicionais e independência. Transformações. Momentos. Modelos: uniforme, binomial, geométrica, binomial negativa, hipergeométrica e Poisson. Funções geratrizes. Aproximação da binomial. Variáveis aleatórias contínuas, distribuição, densidade e momentos. Modelos uniformes, exponencial e normal. Simulações.

ME414 Estatística para Experimentalistas

OF:S-5 T:002 P:002 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: MA111/ MA151/ AU222/ MS123/ MS220/ MS380

Ementa: Conceitos básicos de probabilidade e estatística descritiva. Principais distribuições discretas e contínuas: Binomial, Hipergeométrica, Poisson, Normal, t, F, qui-quadrado. Amostragem. Estimativa, teste de hipótese e intervalo de confiança para médias, proporções e variâncias. Regressão e correlação. Análise de variância.

MS149 Complementos de Matemática

OF:S-1 T:002 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:002 SL:002 C:002 AV:N EX:S FM:75%

Ementa: Noções básicas de lógica. Elementos da teoria dos conjuntos. Princípio da indução. A demonstração em matemática. Conjuntos dos números naturais, inteiros e racionais. Noções de números reais e números complexos. Funções e sequências de números reais. Elementos de análise combinatória.

MS211 - Cálculo Numérico

OF:S-5 T:003 P:001 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: MC102 MA141 MA151/ MC102 MA141 MA111

Ementa: Aritmética de ponto flutuante. Zeros de funções reais. Sistemas lineares. Interpolação polinomial. Integração numérica. Quadrados mínimos lineares. Tratamento numérico de equações diferenciais ordinárias.

MD760 - Aspectos Clínicos da Física Médica

OF:S-1 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: BD681 F 758/ AA200

Ementa: Princípios de Biossegurança. Principais fundamentos da ética médica, ética profissional e relacionamento interpessoal. Anatomia Radiológica. Meios de contraste. Aplicações clínicas da medicina nuclear. Noções de Oncologia. Princípios e Técnicas de tratamento de tumores. Eficiência dos tratamentos. Proteção radiológica.

MD947 - Estágio Supervisionado Física Médica I - Radiologia , Radioterapia M. Nuclear

OF:S-1 T:000 P:012 L:000 O:012 D:000 HS:024 SL:000 C:024 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: F 758 F 852 F 853 F 854/ AA200

Ementa: Prática supervisionada de atividades de físicos em radiologia, radioterapia e medicina nuclear, desenvolvida em ambiente hospitalar.

Obs.: O aluno deverá cumprir a carga horária da disciplina de acordo com o cronograma pré-estabelecido pelo docente responsável.

MD948 - Estágio Supervisionado Física Médica II Radiologia , Radioterapia M. Nuclear

OF:S-2 T:000 P:012 L:000 O:012 D:000 HS:024 SL:000 C:024 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: MD760 MD947/ AA200

Ementa: Continuação da MD947 - Prática supervisionada de atividades de físicos em radiologia, radioterapia e medicina nuclear, desenvolvida em ambiente hospitalar.

Obs.: O aluno deverá cumprir a carga horária da disciplina de acordo com o cronograma pré-estabelecido pelo docente responsável.

QG101 - Química I

OF:S-5 T:004 P:000 L:000 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: Não há

Ementa: Estrutura atômica, classificação periódica e propriedades dos elementos. Ligação química; estrutura e propriedades das substâncias. Noções de físico-química: termodinâmica, equilíbrios químicos e células eletroquímicas.

QG102 - Química Experimental I

OF:S-5 T:001 P:000 L:003 O:000 D:000 HS:004 SL:004 C:004 AV:N EX:S FM:75%

Pré-Req.: Não há

Ementa: Experiências ilustrando o método científico, os conceitos de mol e de ligação química, oxido-redução, equilíbrio químico, pH, produto de solubilidade, preparação e purificação de substâncias.

## 8- Programa de Desenvolvimento das Disciplinas

Aqui incluímos o programa de desenvolvimento das disciplinas. Que traz de forma detalhadas os tópicos a serem abordados, em sintonia com a ementa da disciplina, literatura proposta, métodos de avaliação, etc. O programa de desenvolvimento da disciplina pode ser alterado quanto ao método de avaliação e literatura proposta mediante solicitação de aprovação à Comissão de Graduação.

### F 008 – Introdução à Física

#### Bibliografia:

- PIETROCOLA, POGIBIN, ANDRADE, ROMERO. Física em contextos, vol. 1, 2 e 3. FTD
- BREITHAUPT, J. Física, 3ª. Ed. LTC
- TREFIL, J.; HAZEN, R. Física viva: uma introdução à física conceitual, LTC.
- DEMAI, F.M. Português Instrumental. Ed. Érica
- KOCH, I.G.V.; ELIAS, V.M. Ler e compreender: os sentidos do texto. São Paulo: Contexto, 2006.
- FARACO, C. A. & TEZZA, C. *Prática de texto para estudantes universitários*. 13 ed. Petrópolis: Vozes, 2005.
- MANDRYK, D. FARACO, C. A. Língua Portuguesa - prática de redação para estudantes universitários. Petrópolis: Vozes, 2004.
- M.M. Andrade e J.B. Medeiros, Comunicação em língua portuguesa, 5a. ed. Ed. Atlas (2009).
- COSTA VAL, M. G. *Redação e textualidade*. São Paulo: Martins Fontes, 1994.
- BUCCHI, P. Curso prático de matemática, vols. 1, 2 e 3. FTD

#### Programa:

- A ciência como forma de conhecimento.
  - Discussão do método científico.
  - Aplicações do método científico no cotidiano.
  - A matemática como linguagem da ciência.
  - conjuntos dos números naturais, inteiros, racionais, irracionais e reais.
  - valores absolutos
- Grandezas, unidades e medidas
  - Como medir grandezas físicas.
  - O sistema internacional de medidas.
  - Transformações de unidades.
  - álgebra com potências e notação científica.
  - comprimento
  - tempo
  - massa
- Movimentos no Universo
  - história do movimento
  - descrição do movimento
  - os conceitos de velocidade e aceleração
- Energia e Potência
  - energia cinética
  - energia potencial
  - diferentes formas de energia
  - conservação de energia; manipulação de equações algébricas

- Leis do movimento de Newton
  - o conceito de funções em matemática; funções de 1o e 2o graus
  - posição e velocidade como funções do tempo
  - representação gráfica de funções
  - uso de gráficos para descrever o movimento
  - Leis de Newton
  - Decomposição de forças
  - introdução à trigonometria; funções trigonométricas
  - sistemas de equações; soluções de sistemas lineares
- Física térmica
  - o conceito de temperatura
  - energia cinética num gás
  - função exponencial e logaritmos
  - distribuição de velocidades de Maxwell
  - noções de estatística e probabilidade
- Oscilações e ondas
  - o oscilador harmônico e o pêndulo simples
  - conceito de ondas; representação matemática de ondas
  - números complexos; representação complexa
  - representação trigonométrica; relação de Euler

### **F 010 – Estágio em Empresas Júnior - Física**

#### **Bibliografia:**

1. "Is It Real? Can We Win? Is It Worth Doing? Managing Risk and Reward in an Innovation Portfolio", George S. Day, Harvard Business Review, 110, Dec 2007
2. "The Innovator's Dilema: When New Technologies Cause Great Firms to Fail", C. M. Christensen, Harvard Business School Press, 1 ed., 1997

#### **Programa:**

Acompanhamento e orientação do estágio na empresa júnior da Física. O aluno selecionado a participar do programa de estágio da empresa júnior será orientado bilateralmente por um docente do curso e pelo seu superior na empresa júnior. O acompanhamento inclui definição clara dos objetivos do estágio, definição clara do papel do aluno no projeto em que esteja envolvido, acompanhamento do progresso do projeto através de reuniões semanais e orientações a respeito dos desafios do projeto. Paralelamente, será feita leitura e discussão em grupo dos seguintes materiais:

1. "Is It Real? Can We Win? Is It Worth Doing? Managing Risk and Reward in an Innovation Portfolio", George S. Day, Harvard Business Review, 110, Dec 2007
2. "The Innovator's Dilema: When New Technologies Cause Great Firms to Fail", C. M. Christensen, Harvard Business School Press, 1 ed., 1997

Quinzenalmente, os alunos apresentam seu entendimento do material da leitura e discutem como os aprendizados podem ser aplicados ao seu projeto na empresa júnior. Ao final do semestre, cada aluno fará uma apresentação dos sucessos, falhas e propostas para o futuro do projeto.

### **F 011 - Tópicos em Física Aplicada I**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

### **F 012 – Tópicos em Física Aplicada II**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 013 – Tópicos de Física Aplicada III**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 014 – Tópicos de Física Aplicada IV**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 015 – Tópicos de Física Aplicada V**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 016 – Tópicos de Física Aplicada VI**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 017 – Tópicos de Física Aplicada VII**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 018 – Tópicos de Física Aplicada VIII**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 021 – Tópicos de Física da Matéria Condensada I**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 022 – Tópicos de Física da Matéria Condensada II**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 023 – Tópicos de Física da Matéria Condensada III**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 024 – Tópicos de Física da Matéria Condensada IV**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 025 – Tópicos de Física da Matéria Condensada V**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 026 – Tópicos de Física da Matéria Condensada VI**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 027 – Tópicos de Física da Matéria Condensada VII**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 028 – Tópicos de Física da Matéria Condensada VIII**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 031 – Tópicos de Astronomia e Astrofísica I**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 032 – Tópicos de Astronomia e Astrofísica II**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 033 – Tópicos de Astronomia e Astrofísica III**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 034 – Tópicos de Astronomia e Astrofísica IV**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 035 – Tópicos de Astronomia e Astrofísica V**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 036 – Tópicos de Astronomia e Astrofísica VI**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 037 – Tópicos de Astronomia e Astrofísica VII**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 038 – Tópicos de Astronomia e Astrofísica VIII**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 041 - Tópicos de Física Matemática I**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 042 – Tópicos de Física Matemática II**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 043 - Tópicos de Física Matemática III**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 044 - Tópicos de Física Matemática IV**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 045 - Tópicos de Física Matemática V**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 046 - Tópicos de Física Matemática VI**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 047 - Tópicos de Física Matemática VII**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 048 - Tópicos de Física Matemática VIII**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 051 - Tópicos de Física Computacional I**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 052 - Tópicos de Física Computacional II**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 053 - Tópicos de Física Computacional III**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 054 - Tópicos de Física Computacional IV**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 055 - Tópicos de Física Computacional V**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 056 - Tópicos de Física Computacional VI**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 057 – Tópicos de Física Computacional VII**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 058 – Tópicos de Física Computacional VIII**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 061 – Tópicos de História da Física I**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 062 - Tópicos de História da Física II**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 063 – Tópicos de História da Física III**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 064 – Tópicos de História da Física IV**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 065 – Tópicos de História da Física V**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 066 – Tópicos de História da Física VI**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 067 – Tópicos de História da Física VII**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 068 – Tópicos de História da Física VIII**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 071 – Tópicos de Física Clássica I**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 072 – Tópicos de Física Clássica II**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 073 – Tópicos de Física Clássica III**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 074 – Tópicos de Física Clássica IV**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 075 - Tópicos de Física Clássica V**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 076 – Tópicos de Física Clássica VI**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 077 – Tópicos de Física Clássica VII**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 078 – Tópicos de Física Clássica VIII**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 081 – Tópicos de Física Experimental I**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 082 – Tópicos de Física Experimental II**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 083 – Tópicos de Física Experimental III**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 084 - Tópicos de Física Experimental IV**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 085 - Tópicos de Física Experimental V**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 086 - Tópicos de Física Experimental VI**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 087 - Tópicos de Física Experimental VII**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 088 - Tópicos de Física Experimental VIII**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 091 - Tópicos em Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares I**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 092 - Tópicos em Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares II**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 093 - Tópicos em Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares III**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 094 - Tópicos em Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares IV**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 095 - Tópicos em Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares V**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 096 - Tópicos em Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares VI**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 097 - Tópicos em Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares VII**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

**F 098 - Tópicos em Física, Raios Cósmicos e Partículas Elementares VIII**

**Bibliografia e Programa:** A ser definido por ocasião de seu oferecimento.

## **F 105 – Física da Fala e Audição**

### **Bibliografia:**

NUSSENZVEIG, H.M. Curso de Física Básica. Volume 2. 4ª edição. Editora Edgard Blucher, 2002.

HALLIDAY, D., RESNICK, R. e WALKER, J. Fundamentos de Física. Volume 2. 8a. edição. Editor LTC, 2009.

- Específica Básica:

BERG, R.E. and STORK, D.G. The Physics of Sound. Third Edition. New York: Pearson Education, 2005.

ROSSING, T.D., MOORE, F.R. and WHEELER, P.A. Science of Sound. Third Edition. Addison Wesley, 2002.

- Específica Complementar:

DENES, P. B., and PINSON, E.N.. The Speech Chain: The physics and biology of spoken speech. 2nd ed. New York: W. H. Freeman, 1993.

KINSLER, FREY, COPPENS, and SAUNDERS. Fundamentals of Acoustics. San Diego: Academic Press, 1982.

BERANEK, Leo. Acoustics. New York: American Institute of Physics, 1986.

YOST, William. Fundamentals of Hearing Science. 3rd ed. San Diego, CA: Academic Press, 1994.

### **Programa:**

Psicoacústica

- Ondas I
- Ondas II
- Audição
- Pressão sonora, potência, intensidade
- Altura (pitch) e timbre
- Tonalidades e harmonia

Acústica dos instrumentos musicais

- Escalas musicais
- Instrumentos de corda
- Instrumentos de sopro metálico
- Instrumentos de sopro de madeira
- Instrumentos de percussão
- Teclados

A voz humana

- Produção da fala
- Reconhecimento da voz
- Canto

Produção elétrica do som

- Um pouco de eletricidade
- Filtros amplificadores e osciladores
- Microfones e alto-falantes
- Gravação e reprodução de som
- O som de alta fidelidade

Acústica dos ambientes

- Acústica de auditórios
- Reforço eletrônico de som
- Sistemas de reprodução de alta fidelidade

Música eletrônica

- Órgãos eletrônicos

- Sintetizadores
- Digital techniques and digital computers

#### Ruído Ambiental

- Ruído no ambiente
- Os efeitos do ruído nas pessoas
- O controle do ruído
- Instrumentos de medição

### **F 107 – Física (Biologia)**

#### **Bibliografia:**

- Physics of the Life Sciences – Jay Newman (Springer, 2008)

#### **Programa:**

##### Introdução.

- Motivação para o estudo de física em ciências biológicas.
- Aplicações da física na biologia.

##### Medidas e Unidades.

- Medidas
- Precisão. Algarismos significativos e erro experimental
- Escalas: uma introdução à análise matemática
- Método científico.

##### Princípios de Mecânica Quântica.

- Radiação.
- Espectroscopia e início da teoria quântica.
- Efeito fotoelétrico e hipótese de Einstein
- Efeito Compton
- Dualidade onda-partícula

##### Física Atômica

- O modelo de Bohr para o átomo
- Átomos complexos e a tabela periódica
- Ligações químicas
- Sólidos
- Aplicações biológicas

##### Física Nuclear.

- A estrutura do núcleo
- Radioatividade
- Fissão e fusão
- Aplicações biomédicas

##### Conservação de energia.

- Revisão de conceitos de mecânica (força, torque, equilíbrio e leis de Newton)
- Trabalho
- Energia cinética
- Energia potencial
- Trabalho de forças dissipativas
- Eficiência em seres vivos

##### Calor e temperatura: introdução à termodinâmica.

- temperatura e escalas
- Lei zero da termodinâmica
- transições de fase, calor específico e calor latente
- expansão térmica

- transferência de calor
- calor e corpo humano
- primeira lei da termodinâmica, energia interna e entalpia
- aplicações biológicas: pressão osmótica, transporte de membrana e rim

#### Fluidos viscosos

- Estados da matéria
- Pressão
- Fluidos ideais em repouso
- Princípios de Pascal e Arquimedes
- Fluidos em movimento
- viscosidade, regimes de escoamento
- número de Reynolds
- equação de Bernoulli
- aplicações biológicas

#### Eletricidade: carga, campo elétrico e corrente.

- Carga elétrica
- A lei de Coulomb
- O campo elétrico
- Potenciais elétricos
- Feixes de elétrons
- Lei de Ohm
- Circuitos elétricos
- Eletrônica

#### Bio-eletricidade

- efeitos fisiológicos, choque elétrico
- membrana celular
- potencial elétrico e corpo humano: coração, músculo e cérebro
- sistema nervoso

#### Magnetismo

- Ímãs
- Correntes e magnetismo
- Ferromagnetismo
- Forças magnéticas
- Indução magnética
- Ressonância magnética nuclear

### **F 110 – Introdução à Física para Ciências Humanas e da Terra**

#### **Bibliografia:**

- Fundamentos da Física – Resnick e Halliday, Vols. 1.2.3 e 4
- Evolução das Idéias da Física – Jun Ichi Osada, Ed. USP 1972

#### **Programa:**

##### Mecânica

- Movimento
- Forças
- Trabalho e energia
- Hidráulica
- Momento
- Corpos rígidos
- Gravitação

##### Termodinâmica

- Calor e temperatura
- Primeira Lei
- Teoria cinética dos gases
- Máquinas térmicas
- Segunda Lei

#### Eletricidade

- Carga e campo elétrico
- Potencial e capacitores
- Corrente e circuitos

#### Magnetismo

- Campos de correntes
- Campos induzidos
- Leis de Maxwell

#### Ondas

- Elásticas
- Sonoras
- Eletromagnéticas

#### Óptica

- Geométrica
- Ondulatória

#### Física Moderna

- Relatividade
- Física nuclear

### **F 128 - Física Geral I**

#### **Bibliografia:**

- - HALLIDAY; RESNICK; WALKER, Fundamentos de Física 1, 10a edição, LTC
- NICOLAU, RAMALHO, TOLEDO. Os fundamentos da Física, vol. 1, Ed. Moderna
- W. Bauer, G. Westfall e H. Dias, Física para Universitários – Mecânica
- R. Serway e J.W. Jewett Jr., Princípios de Física, Vol. 1
- H.M. Nussenzveig, Curso de Física Básica, Vol.1

#### **Programa:**

##### Medidas Físicas

- Como medir grandezas físicas
- O sistema internacional de medidas
- Transformações de unidades
- Comprimento
- Tempo
- Massa

##### Movimento Retilíneo

- Movimento
- Posição
- Velocidade média
- Velocidade instantânea
- Aceleração
- Aceleração constante
- Objeto em queda livre
- As partículas da física (optativo)

##### Cálculo Vetorial

- Vetores e escalares

- Soma vetorial: método gráfico
- Vetores e seus componentes
- Vetores unitários
- Soma vetorial: método dos componentes
- Os vetores e as leis da física (optativo)
- Multiplicação vetorial

#### Movimento num Plano

- Movimento em três dimensões
- Onde se localiza a partícula?
- Qual é a velocidade da partícula?
- Qual é a aceleração da partícula?
- Movimento de um projétil
- Análise do movimento de um projétil IFGW Programas de Disciplinas
- Movimento circular uniforme
- Movimento relativo em uma dimensão
- Movimento relativo para velocidades elevadas (optativo)
- Movimento relativo em duas dimensões (optativo)
- Força e Movimento I
- Por que uma partícula altera a sua velocidade?
- Primeira lei de Newton
- Força
- Massa
- Segunda lei de Newton
- Terceira lei de Newton
- Massa e peso
- Dois Instrumentos de medida
- Aplicações das leis de Newton

#### Força e Movimento II

- Atrito
- As leis do atrito
- Força de arraste e velocidade terminal
- Movimento circular uniforme
- As forças da natureza (optativo)

#### Trabalho e Energia

- Um passeio através da mecânica newtoniana
- Trabalho: movimento de uma dimensão com uma força constante
- Trabalho: movimento de uma dimensão com uma força variável
- Trabalho realizado por uma mola
- Energia cinética
- Potência
- Energia cinética para velocidades elevadas (optativo)
- Sistemas de referência (optativo)

#### Lei da Conservação da Energia

- Leis de conservação
- Uma visualização de três forças
- Definição de energia potencial
- Forças conservativas e forças dissipativas
- A curva da energia potencial
- Forças dissipativas
- A lei da conservação da energia

- Massa e energia (optativo)
- A quantização da energia (optativo)

#### Sistemas de Partículas

- Um ponto especial
- O centro de massa
- A segunda lei de Newton para um sistema de partículas
- Momento linear
- O momento linear de um sistema de partículas
- Conservação do momento linear
- Sistemas com massa variável: movimento de um foguete (optativo)
- Sistemas de partículas: trabalho e energia (optativo)

#### Colisões

- O que é colisão?
- Impulso e momento linear
- Colisões elásticas em uma dimensão
- Colisões inelásticas em uma dimensão
- Colisões em duas dimensões
- Reações e processos de decaimento (optativo) IFGW Programas de Disciplinas

#### Movimento de Rotação

- A vida de um patinador
- As grandezas no movimento de rotação
- Uma discussão sobre o uso de vetores para descrever grandezas angulares
- Rotação com aceleração angular constante
- As grandezas angulares lineares e as grandezas angulares
- Energia cinética na rotação
- Determinação do momento de inércia
- Torque
- Segunda lei de Newton na rotação
- Trabalho, potência e o teorema da transformação do trabalho em energia cinética

#### Rolamento, Torque e Momento Angular

- A descoberta da roda
- Rolamento
- O ioiô
- Revisão do conceito de torque
- Momento angular
- Segunda lei de Newton no movimento de rotação
- Sistemas de partículas
- O momento angular de um corpo que gira em torno de um eixo fixo
- Conservação do momento angular
- Conservação do momento angular: alguns exemplos
- O movimento de precessão de um pião (optativo)
- A quantização do momento angular (optativo)
- Uma discussão sobre as leis de conservação e as simetrias da natureza

### **F 129 - Física Experimental I**

#### **Bibliografia:**

- Notas de aula específicas do IFGW
- C.E. Hennes, W.O.N. Guimarães, J.A. Roversi, Problemas Experimentais em Física, Ed. Da Unicamp, 3ª ed.
- S.L. Squires, Practical Physics, Cambridge University Press

- MANDRYK, D. FARACO, C. A. Língua Portuguesa - prática de redação para estudantes universitários. Petrópolis: Vozes, 2004.
- KOCH, I.G.V.; ELIAS, V. M. Ler e compreender: os sentidos do texto. São Paulo: Contexto, 2006.
- PLATÃO, F.; FIORIN, J. L. Para entender o Texto: leitura e redação. São Paulo: Ática, 2002.

**Programa:**

Introdução:

- Medidas, erros, Algarismos significativos e gráficos. Propagação de erros, mínimos quadrados, linearização e gráficos log-log.

Trajectoria de um Projétil

- Determinação da trajetória parabólica e velocidade inicial. Ajuste de curva, linearização da parábola.

Movimento Uniformemente Acelerado

- Experimento utilizando trilho de ar. Uso de instrumentos de medida, calibração, erros do instrumento. Determinação da inclinação do trilho.

Colisão em Uma Dimensão

- Ensaio de colisão utilizando o trilho de ar. Conservação do momento e da energia.

Colisão em Duas Dimensões

- Experimento de colisão entre duas esferas, uma caindo em uma rampa e a outra parada. Variação do parâmetro de impacto. Modelo, geometria do problema. Conservação do momento e da energia. IFGW Programas de Disciplinas Rotação

- Medidas de aceleração angular, torque e momento de inércia.

**F 149 - Desenvolvimento de Novos Materiais**

**Bibliografia:**

Massalski, Binary Alloy Phase Diagrams Vol. 1, 2 e 3 - ASM International – USA (1990).

P. Villans, A. Prince, H. Okamoto, Handbook of Ternary Alloy Phase Diagrams Vol. 1-10, ASM International – USA (1995).

Westbrook and Wiley, Intermetallic Compounds: Principles and Practice vol. 1 e 2, Wiley – England (1995).

B. W. Roberts, Survey of Superconductive materials and critical evaluation of selected properties, J. Phys. Chem. Ref. Data, Vol. 5 N<sup>o</sup> 2 (1976).

Kullaiyah Byrappa e T. Ohachi, Crystal Growth Technology, Willian Andrew Inc. Norwhich, New York – USA

**Programa:**

1. Técnicas de Preparação de Materiais Volumétricos

1.1 Reação de Estado Sólido

1.1.1 Diagramas de Fases Binário e Ternário

1.1.2 Síntese de materiais cerâmicos

1.1.3 Síntese de Intermetálicos estequiométricos

1.2. Técnica Crescimento por Fluxo

1.2.1. Fluxo de Materiais óxidos

1.2.2. Fluxo Metálico

1.2.3 Reação Peritética, peritetóide e transformação por máximo congruente

1.2.4 Incorporação de fluxo substitucional e superficial. Técnicas de Polimento e ataque químico.

1.3 Técnica de Crescimento por fusão

1.3.1 Fusão a Arco

- 1.3.2 Fusão por Zona flutuante
- 1.3.3 Fusão a partir de sementes
- 2. Critérios de estabilidade de estrutura e qualidade cristalina
  - 2.1. Sólidos, Estruturas Cristalinas, grupos espaciais e pontuais
  - 2.2. Monocristais e Policristais
  - 2.3 Hábito de Crescimento
  - 2.4 Fator de tolerância
  - 2.5 Critérios experimentais de qualidade cristalina
- 3. Síntese por aproximação
  - 3.1. Síntese por aproximação através substituição química por similitude de valência.
  - 3.2 Síntese por aproximação através substituição química por similitude de raio iônico.
- 4. Critérios de busca por propriedade física desejada.
  - 4.1 História da descoberta de diversas classes de materias
  - 4.2 Discussão de rotas existentes para síntese de materiais a partir da propriedade física desejada e.g. supercondutividade, efeitos termoelétricos, magnetoresistência, efeitos magnetocalóricos, etc.

## **F 228 - Física Geral II**

### **Bibliografia:**

- HALLIDAY; RESNICK; WALKER, Fundamentos de Física 2, 10a edição, LTC
- NICOLAU, RAMALHO, TOLEDO. Os fundamentos da Física, vol. 2, Ed. Moderna
- W. Bauer, G. Westfall e H. Dias, Física para Universitários – Relatividade, Oscilações, Ondas e Calor
- R.Serway e J.W. Jewett Jr., Princípios de Física, Vol. 2
- H.M. Nussenzveig, Curso de Física Básica, Vol.2

### **Programa:**

#### Equilíbrio e Elasticidade

- Equilíbrio
- As condições necessárias e suficientes para o equilíbrio
- A força da gravidade
- Alguns exemplos de equilíbrio estático
- Estruturas intermediárias
- Elasticidade

#### Oscilações

- Oscilações
- Movimento harmônico simples
- Movimento harmônico simples: a lei da força
- Movimento harmônico simples: considerações sobre energia
- Movimento harmônico simples angular
- Principais tipos de pêndulo
- Movimento harmônico simples e movimento circular uniforme
- Movimento harmônico simples amortecido (opcional)
- Oscilações forçadas e ressonância (optativo)

#### Campo Gravitacional

- A gravidade e o mundo que nos cerca
- Lei da gravitação de Newton
- A constante gravitacional G
- A gravidade e o princípio da superposição
- Demonstração do teorema das camadas (optativo)
- Gravidade nas vizinhanças da superfície terrestre

- Energia potencial gravitacional
- Planetas, satélites e as leis de Kepler
- Satélites: energia e órbitas (optativo)
- Uma visão mais aprofundada sobre o conceito de gravidade (optativo)

#### Mecânica dos Fluídos

- Os fluídos e o mundo que nos cerca
- O que é um fluido?
- Densidade e pressão
- Fluidos em repouso
- Medida de uma pressão
- Princípio de Pascal
- Princípio de Arquimedes
- Movimento de um fluido
- Linhas de corrente e a equação da continuidade
- Equações de Bernoulli
- Algumas aplicações da equação de Bernoulli
- Escoamento de um fluido "real"(optativo)

#### Movimento Ondulatório - I

- Ondas e partículas
- Ondas
- Ondas em cordas esticadas
- Comprimento de onda e frequência
- A velocidade de ondas progressivas
- Velocidade de uma onda numa corda esticada
- A velocidade da luz (optativo)
- Energia e potência numa onda progressiva (optativo)
- O princípio da superposição
- Como enviar sinais por meio de ondas (optativo)
- Interferência de ondas
- Ondas estacionárias
- Ondas estacionárias e ressonância

#### Movimento Ondulatório – II

- Ondas sonoras
- A velocidade do som
- Ondas sonoras progressivas
- Intensidade e nível sonoro
- Fontes sonoras na música
- Batimentos
- O efeito Doppler
- O efeito Doppler da luz (optativo)

#### Temperatura

- Uma nova visão de temperatura
- Termodinâmica: um assunto novo
- Temperatura: um conceito fundamental
- Como medir uma temperatura
- A escala internacional prática de temperaturas
- A escala celsius
- Dilatação térmica

#### Calor e a Primeira Lei da Termodinâmica

- Calor

- Unidade de calor
- Absorção de calor em sólidos e líquidos
- Uma visão mais aprofundada do conceito de calor e trabalho
- A primeira lei da termodinâmica
- A primeira lei da termodinâmica: alguns exemplos simples
- A transferência de calor

#### Teoria Cinética dos Gases

- Uma nova maneira de encarar os gases
- O número de Avogadro
- O gás ideal
- Pressão e temperatura: uma visão molecular
- Energia cinética de translação
- O livre caminho médio
- Distribuição das velocidades moleculares (optativo)
- Capacidades caloríficas de um gás ideal
- A equipartição da energia
- A expansão adiabática de um gás ideal

#### A Segunda Lei da Termodinâmica

- Algumas coisas que não podem ocorrer
- Máquinas
- Refrigeradores
- A segunda lei da termodinâmica
- A máquina ideal
- O ciclo de Carnot
- O rendimento de máquinas reais
- Entropia: Uma nova variável
- Processo irreversível e entropia
- A segunda lei da termodinâmica e o crescimento da entropia
- Uma visão estatística da Entropia.
- Discussão sobre a natureza de uma lei física

### **F 229 - Física Experimental II**

#### **Bibliografia:**

- Notas de aula específicas do IFGW
- C.E. Hennies, W.O.N. Guimarães, J.A. Roversi, Problemas Experimentais em Física, Ed. Da Unicamp, 3ª ed.
- S.L. Squires, Practical Physics, Cambridge University Press
- FARACO, C. A. & TEZZA, C. *Prática de texto para estudantes universitários*. 13 ed. Petrópolis: Vozes, 2005.
- KOCH, I.G.V.; ELIAS, V. M. *Ler e compreender: os sentidos do texto*. São Paulo: Contexto, 2006.
- PLATÃO, F.; FIORIN, J. L. *Para entender o Texto: leitura e redação*. São Paulo: Ática, 2002.

#### **Programa:**

##### Pêndulo Físico

- Verificar a dependência do período de oscilação de um pêndulo físico, apresentando distribuição não homogênea de massa, em função do ponto de suspensão.

##### Escoamento de Líquido

- Densidade
- Determinação da densidade da água aplicando o princípio de Arquimedes.

- Determinação da aceleração da gravidade local através do período de oscilação do flutuador.

- escoamento de Líquido

- Determinar a velocidade de escoamento da água no dispositivo turbo de Venturi, através da aplicação da equação da continuidade e da equação de Bernoulli.

- Determinar a velocidade de escoamento da água na saída do dispositivo tubo de Venturi a partir da trajetória do jato d'água na saída do tubo de Venturi.

Ondas Estacionárias

- Estudo da propagação de ondas transversais

- Determinação da densidade linear de um fio através da frequência dos harmônicos de uma onda estacionária.

Termômetro a Gás

- Calibração de um termômetro a gás

Dilatação de Metais

- Determinação do coeficiente de dilatação térmica de metais.

## **F 249 - Óptica Aplicada**

### **Bibliografia:**

Grant R. Fowles – Introduction to Modern Optics – Dover Books on Physics (1989).

Jaime Frejlich – ÓPTICA – Oficina de Textos (2011)

Eugene Hecht – OPTICS – Addison Wesley (2001)

Warren Smith – Modern Optical Engineering – Mc Graw Hill (2008)

### **Programa:**

1. Fontes e Detectores de Luz

1.1. O espectro eletromagnético

1.2. Fontes de luz

1.2.1. Fontes contínuas (radiação do corpo negro, lâmpadas);

1.2.2. Fontes espectrais, leds

1.2.3. Fontes monocromáticas (laser)

1.3. Detectores de luz

1.3.1. Detectores térmicos

1.3.2. Detectores quânticos

1.3.3. O olho humano

1.4. Tipos de Medidas

1.4.1. Radiometria

1.4.2. Fotometria

1.4.3. Espectrometria

1.4.4. Colorimetria (Padrão CIE)

2. Óptica Geométrica

2.1. Princípios básicos

2.2. Formação de imagem

2.3. Superfícies esféricas e óptica paraxial

2.3.1. Espelhos Esféricos

2.3.2. Dióptros Esféricos – Lentes Finas

2.4. Sistemas espessos

2.4.1. Lente Espessa

2.4.2. Sistemas de Lentes Finas

2.4.3. Matrizes Ópticas

2.4.4. Parâmetros Gaussianos dos Sistemas Ópticos

2.5. Efeitos das aberturas

- 2.5.1. Efeito de Luminosidade
- 2.5.2. Efeito de Campo
- 2.5.3. Efeito das Aberturas na Resolução da Imagem
- 2.6. Aberrações
  - 2.6.1. Aberração Cromática
  - 2.6.2. Aberrações Geométricas
- 2.7. Lentes de Fresnel
- 2.8. Sistemas Ópticos
  - 2.8.1. Microscópios
  - 2.8.2. Telescópios
  - 2.8.3. Objetivas
  - 2.8.4. Condensadores
- 3. Óptica Ondulatória e Polarização da Luz
  - 3.1. Ondas Eletromagnéticas
    - 3.1. Polarização da Luz
    - 3.2. Energia e Momento da Luz
  - 3.2. Propagação nos Meios Materiais
    - 3.2.1. Propagação em meios Dielétricos
    - 3.2.2. Propagação em Condutores
    - 3.2.3. Propagação em meios Anisotrópicos
      - 3.2.3.1. Birrefringência
      - 3.2.3.2. Dicroísmo
  - 3.3. Reflexão e Refração em Interfaces Dielétricas
    - 3.3.1. Reflexão Total
    - 3.3.2. Ângulo de Brewster
  - 3.4. Componentes de Polarização
    - 3.4.1. Polarizadores
    - 3.4.2. Lâminas de Onda
    - 3.4.3. Divisores de luz
    - 3.4.4. Moduladores Ópticos
    - 3.4.5. Mostradores de Cristal Líquido
  - 3.5. Medidas do Estado de Polarização da Luz
    - 3.5.1. Elipsometria
    - 3.5.2. Polarimetria
- 4. Interferência
  - 4.1. Interferência de 2 Ondas
    - 4.1.1 Fendas de Young
    - 4.1.2. Interferômetros: Michelson, Loyd, Mach Zehnder, Sagnac, etc.
    - 4.1.3. Holografia
  - 4.2. Interferência de Múltiplas ondas
    - 4.2.1. Interferômetro de Fabry-Perot
    - 4.2.2. Redes de Difração
    - 4.2.3. Filmes Finos
      - 4.2.3.1. Espelhos Dielétricos (frios)
      - 4.2.3.2. Filtros Interferométricos
      - 4.2.3.3. Camadas Anti-refletoras
  - 4.3. Medidas Interferométricas
    - 4.3.1. Medidas Topográficas
    - 4.3.2. Medidas de Pequenos Deslocamentos e Vibrações
      - 4.3.2.1. Velocimetria Doppler

- 4.3.2.2. Medidas Holográficas
- 4.3.3. Aplicações em Sensores
  - 4.3.3.1. Medidas de Índice de Refração de Líquido e Gase
  - 4.3.3.2. Medidas de Rotação – Giroscópio

### **F 313 - Mecânica Geral**

**Bibliografia:** Mecânica, K. Symoin, Ed. Campus, RJ

**Programa:**

- Fundamentos da mecânica Newtoniana
- Movimento unidimensional de uma partícula
- Força dependente do tempo, da posição e da velocidade
- Movimento harmônico simples e amortecido
- Oscilações forçadas
- Quantidade de movimento e impulso
- Movimento em 2 e 3 dimensões
- Cinemática em 3 dimensões
- Oscilações em 3 e 3 dimensões
- Projéteis
- Campo de força central, partícula num campo eletromagnético
- Movimento de um sistema de partículas
- Conservação do momento linear
- Conservação do momento angular e da energia
- Corpos rígidos
- Dinâmica, rotação em torno de um eixo
- Cálculo de centro de massa e momento de inércia

### **F 315 - Mecânica Geral I**

**Bibliografia:**

- Mecânica 1ª edição - Editora Campus Ltda. - Keith R. Symon

**Programa:**

Elementos de Mecânica Newtoniana

- Mecânica, uma ciência exata
- Cinemática, a descrição do movimento
- Dinâmica, a massa e força
- As leis do movimento de Newton
- Gravitação
- Unidades e dimensões
- Alguns problemas elementares de mecânica

Movimento Unidimensional de uma Partícula

- Teorema do momento e da energia
- Discussão do problema geral do movimento unidimensional
- Força aplicada dependente do tempo
- Força de amortecimento dependente da velocidade
- Força conservativa dependente de posição.
- Energia potencial
- Corpos em queda livre
- Oscilador harmônico simples
- Equações diferenciais lineares com coeficientes constantes
- Oscilador harmônico amortecido
- Oscilador harmônico forçado

- Princípio de superposição.
- Oscilador harmônico com força aplicada arbitrariamente

#### Movimento de uma Partícula em Duas ou Três Dimensões

- Álgebra vetorial
- Aplicações a um conjunto de forças que atuam sobre uma partícula
- Diferenciação e integração de vetores
- Cinemática no plano
- Cinemática em três dimensões
- Elementos de análise vetorial
- Teoremas do momento linear e da energia
- Teoremas do momento angular no plano e vetorial
- Discussão do problema geral do movimento em duas e três dimensões
- O oscilador harmônico em duas e três dimensões
- Projéteis
- Energia potencial
- Movimento sob a ação de uma força central
- Força central inversamente proporcional ao quadrado da distância
- Órbitas elípticas. O problema de Kepler
- Órbitas hiperbólicas. O problema de Rutherford
- Seção de choque de espalhamento
- Movimento de uma partícula em campo eletromagnético

#### Movimento de um Sistema de Partículas

- Conservação do movimento linear. Centro de massa
- Conservação do momento angular
- Conservação da energia
- Análise crítica das leis da conservação
- Foguetes, esteiras e planetas
- Problemas sobre colisão
- O problema de dois corpos
- Coordenadas do centro de massa.
- Espalhamento de Rutherford por uma partícula carregada de massa finita
- O problema de N corpos
- Acoplamento de dois osciladores harmônicos

#### Corpos Rígidos. Rotação em Torno de um Eixo. Estática

- O problema de dinâmica relativo ao movimento de um corpo rígido
- Rotação em torno de um eixo
- O pêndulo simples
- O pêndulo composto
- Cálculo do centro de massa e do momento de inércia
- Estática dos corpos rígidos
- Estáticas das estruturas
- Tensão e deformação
- Equilíbrio de fios e de cabos flexíveis
- Equilíbrio de vigas sólidas
- Equilíbrio de fluidos

#### Gravitação

- Centros de gravidade de corpos de grandes dimensões
- Campo e potencial gravitacionais
- Equações dos campos gravitacionais

#### Sistemas de Coordenadas em Movimento

- Origem do movimento de coordenadas
- Rotação dos sistemas de coordenadas
- Leis do movimento de rotação da terra
- Pêndulo de Foucault
- Teorema de Larmor
- Forma restrita do problema dos três corpos

## **F 320 – Termodinâmica**

### **Bibliografia:**

- Heat and Thermodynamics 6ª edição - McGraw-Hill Book Company (New York)  
Autores: Mark W. Zemansky, Richard H. Dittman

### **Programa:**

#### Temperatura

- Pontos de vista macroscópicos e microscópicos
- Macroscópico vs. microscópico
- Equilíbrio térmico
- Conceito de temperatura
- Medida de temperatura
- Comparação de termômetros
- Termômetro de gas
- Temperatura de um gas ideal
- Escala celsius de temperatura
- Termopares
- Padrão internacional de escalas de temperaturas de 1968 (ITS-68)

#### Sistemas Termodinâmicos Simples

- Equilíbrio termodinâmico
- Diagrama PV para uma substância pura
- Diagrama P $\theta$  para uma substância pura
- Superfície PV $\theta$
- Equações de estado
- Superfície de um filme
- Célula reversível
- Quantidades intensivas e extensivas

#### Trabalho

- Trabalho
- Processos quasi-estáticos
- Trabalho em um sistema hidrostático
- Diagrama PV
- Dependência do trabalho como o caminho
- Trabalho em processos quasi-estáticos
- Trabalho na modificação do comprimento de um arame
- Trabalho na modificação da área da superfície de um filme
- Trabalho na modificação de carga de uma célula reversível
- Trabalho na modificação da polarização de um sólido dielétrico
- Trabalho na modificação da magnetização de um sólido magnético

#### Calor e a Primeira Lei da Termodinâmica

- Trabalho e calor
- Trabalho adiabático
- Função de energia interna
- Formulação matemática da primeira lei da Termodinâmica

- Conceito de calor
- Primeira lei da Termodinâmica em forma diferencial
- Medida do calor específico
- Calor específico da água; caloria
- Equações para um sistema hidrostático
- Fluxo quasi-estático de calor; reservatório de calor
- Condução de calor
- Condução térmica
- Convecção térmica
- Radiação térmica, corpo negro
- Lei de Kirchhoff; radiação de calor
- Lei de Stefan-Boltzmann

#### Gás Ideal

- Equação de estado de um gás
- Energia interna de um gás
- Gás ideal
- Determinação experimental do calor específico
- Processos adiabáticos quasi-estáticos
- Método de Rüchhardt para medida de  $\gamma$
- Velocidade de uma onda longitudinal
- Termometria acústica
- Equação de estado de um gás ideal

#### Máquinas, Refrigeradores e a Segunda Lei da Termodinâmica

- Conversão de trabalho em calor e vice versa
- A máquina de Stirling
- Máquinas de combustão interna
- Postulados de Kelvin-Planck e a segunda lei da Termodinâmica
- O refrigerador
- Equivalência dos postulados de Kelvin-Planck e Clausius

#### Reversibilidade e a Escala Kelvin de Temperaturas

- Reversibilidade e irreversibilidade
- Irreversibilidade externa
- Irreversibilidade interna
- Irreversibilidade térmica interna e externa
- Irreversibilidade química
- Condições para reversibilidade
- Existência de superfícies adiabáticas reversíveis
- Integrabilidade de  $dQ$
- Significado físico de  $\lambda$
- Escala Kelvin de temperatura

#### Entropia

- O Conceito de entropia
- Entropia de um gás ideal
- Diagrama TS
- Ciclo de Carnot
- Entropia e reversibilidade
- Entropia e irreversibilidade
- Entropia e estados de não-equilíbrio
- Princípio do aumento da entropia
- Aplicações de engenharia ao princípio da entropia

- Entropia e energia
- Entropia e desordem
- Entropia e direção
- Entropia absoluta
- Fluxo de entropia e produção de entropia

#### Substâncias Puras

- Entalpia
- Funções de Helmholtz e Gibbs
- Relações de Maxwell
- Equações TdS
- Equações de energia
- Equações de calor específico
- Calor específico a pressão constante
- Expansão térmica
- Compressibilidade
- Calor específico a volume constante

#### Transição de Fase: Fusão, Vaporização e Sublimação

- Transições de primeira ordem: equação de Clapeyron
- Fusão, vaporização e sublimação
- Equação de Kirchhoff
- Vapor-pressão constante
- Medidas da pressão de vapor

#### Mecânica Estatística

- Princípios fundamentais
- Distribuição de equilíbrio
- Significado de  $A$  e  $\beta$
- Função de partição
- Partição para um gás monoatômico ideal
- Equipartição da energia
- Distribuição da velocidade das moléculas
- Interpretação estatística do trabalho e do calor
- Desordem, entropia e informação

#### Propriedades Térmicas dos Sólidos

- Mecânica estatística de um cristal não-metálico
- Espectro de frequências de cristais
- Propriedades térmicas de não-metais
- Propriedades térmicas de metais

### **F 328 - Física Geral III**

#### **Bibliografia:**

- HALLIDAY; RESNICK; WALKER, Fundamentos de Física 3, 10a edição, LTC
- NICOLAU, RAMALHO, TOLEDO. Os fundamentos da Física, vol. 3, Ed. Moderna
- W. Bauer, G. Westfall e H. Dias, Física para Universitários – Eletromagnetismo
- R. Serway e J.W. Jewett Jr., Princípios de Física, Vol. 3
- H.M. Nussenzveig, Curso de Física Básica, Vol.3

#### **Programa:**

##### Carga Elétrica

##### Eletromagnetismo

- Carga elétrica

- Condutores e isolantes
- Lei de Coulomb
- Quantização da carga
- Conservação da carga
- Discussão

#### O Campo Elétrico

- Cargas e forças: uma visualização mais aprofundada
- O campo elétrico
- Linhas de força
- Cálculo do campo: uma carga pontual
- Cálculo do campo: um dipolo elétrico
- Campo produzido por um anel carregado
- Campo produzido por um disco
- Carga pontual em campo elétrico
- Um dipolo em campo elétrico

#### Lei de Gauss

- Nova visão da lei de Coulomb
- O que nos informa a lei de Gauss?
- Fluxo
- Fluxo do campo elétrico
- Lei de Gauss
- Lei de Gauss e lei de Coulomb
- Um condutor Isolado carregado
- Um teste sensível para a lei de Coulomb
- Lei de Gauss: simetria linear
- Lei de Gauss: simetria plana
- Lei de Gauss: simetria esférica

#### Potencial Elétrico

- Gravidade, eletrostática e energia potencial
- O potencial elétrico
- Superfícies equipotenciais
- Cálculo do potencial de um campo
- Cálculo do potencial: uma carga pontual
- Cálculo do potencial: um dipolo elétrico
- Cálculo do potencial: um disco carregado
- Cálculo do campo a partir do potencial
- Energia potencial elétrica
- Um condutor isolado
- O acelerador de van de Graaff

#### Capacitância

- Utilização dos capacitores
- Capacitância
- Determinação da capacitância
- Capacitores em série e em paralelo
- Armazenamento de energia num campo elétrico
- Capacitor com um dielétrico
- Dielétricos: descrição atômica
- Os dielétricos e a lei de Gauss

#### Correntes e Resistência

- Cargas em movimento e correntes elétricas

- Corrente elétrica
- Densidade da corrente
- Resistência e resistividade
- Lei de Ohm
- Visão microscópica da lei de Ohm
- Energia e potencial em circuitos elétricos
- Semicondutores (optativo)
- Supercondutores (optativo)

#### Força Eletromotriz e Circuitos Elétricos

- "Bombeamento" de cargas
- Trabalho, energia e força eletromotriz
- Determinação da corrente
- Diferença de potencial entre dois pontos
- Circuitos com diversas malhas
- Instrumentos de medidas elétricas
- Circuitos RC

#### O Campo Magnético

- O campo magnético
- Definição de B
- A descoberta do elétron
- O efeito Hall
- Movimento circular de uma carga
- Ciclotrons e sincrotrons
- Força magnética sobre uma corrente
- Torque sobre uma espira de corrente
- Um dipolo magnético

#### Lei de Ampère

- Corrente e campo magnético
- Determinação do campo magnético
- Força magnética sobre um fio transportador de corrente
- Dois condutores paralelos
- Lei de Ampère
- Solenóides e toróides
- Uma espira de corrente funcionando como um dipolo magnético

#### Lei da Indução de Faraday

- Duas simetrias
- Duas experiências
- A lei da indução de Faraday
- A lei de Lenz
- A indução: estudo quantitativo
- Campo elétrico Induzidos
- O betatron

#### Indutância

- Capacitores e indutores
- Indutância
- Auto-indução
- Circuito LR
- Energia e campo magnético
- Densidade de energia e campo magnético
- Indução mútua (optativo)

## Propriedades Magnéticas da Matéria

- Ímãs
- Magnetismo e o elétron
- Momento angular orbital e magnetismo
- A lei de Gauss do magnetismo
- O campo magnético da Terra
- Paramagnetismo
- Diamagnetismo
- Ferromagnetismo

## Oscilações Eletromagnéticas

- Oscilações num circuito LC: aspectos qualitativos
- Identificação de analogias mecânicas
- Oscilações num circuito LC: aspectos quantitativos
- Oscilações amortecidas num circuito LC
- Oscilações forçadas e ressonância
- Outros osciladores: sensores eletrônicos (optativo)

## Correntes Alternadas

- Por que a corrente alternada?
- Três circuitos simples
- O círculo LCR em série
- Potência em circuito de corrente alternada
- O transformador

## Equações de Maxwell

- A unificação das coisas
- Campos magnéticos induzidos
- Corrente de deslocamento
- Equações de Maxwell

## **F 329 - Física Experimental III**

### **Bibliografia:**

- Notas de aula específicas do IFGW
- S.L. Squires, Practical Physics, Cambridge University Press
- C.E. Hennies, W.O.N. Guimarães, J.A. Roversi, Problemas Experimentais em Física, Ed. Da Unicamp, 3ª ed.
- FEITOSA, V. Redação de textos científicos.
- KOCH, I.G.V.; ELIAS, V. M. Ler e compreender: os sentidos do texto. São Paulo: Contexto, 2006.
- PLATÃO, F.; FIORIN, J. L. Para entender o Texto: leitura e redação. São Paulo: Ática, 2002.

### **Programa:**

#### Introdução

- Iniciar a utilização dos equipamentos como voltímetro, amperímetro e fonte de alimentação.
- Aplicar a lei de Ohm e montar divisores de tensão.
- Técnicas de Medidas de Corrente Contínua
- Medir o valor de resistores a partir da aplicação da lei de Ohm em dois circuitos distintos.
- Utilização de uma ponte de Wheatstone. Resistências Internas do voltímetro e do amperímetro

#### Caracterização de Componentes

- Medir a resistência elétrica de um termistor em função da temperatura, utilizando uma ponte de Wheatstone.

- Caracterizar uma fonte de alimentação, utilizando o teorema de Thévenin.

- Medir a curva I vs. V para um termistor.

Circuito RC

- Medir a constante de tempo de um circuito RC e comparar com o valor teórico.

Campo Magnético de um Imã Permanente

- Medir o valor do campo magnético gerado por um imã permanente a partir da força que atua

sobre um condutor conduzindo corrente no interior do imã.

Campo Magnético de Espiras e Campo Magnético Terrestre

- Bobinas Simples e de Helmholtz. Medir o campo magnético terrestre horizontal pela interação

entre os campos magnéticos horizontais da bobina e o terrestre. Interação de dipolos magnéticos com campos magnéticos. Medida do campo magnético terrestre horizontal utilizando pequenas oscilações.

### **F 349 - Introdução à Teoria de Informação: Aspectos Clássicos e Quânticos**

#### **Bibliografia:**

[1] R. P. Feynman, Feynman Lectures on Computation, ed. A. J. G. Hey e R. W. Allen (Addison- Wesley, 1997).

[2] D. Mackay, Information Theory, Inference, and Learning Algorithms (Cambridge University Press, Cambridge, 2003). Disponível em <http://www.inference.phy.cam.ac.uk/itprnn/book.html>.

[3] M. A. Nielsen e I. L. Chuang, Quantum Computation and Quantum Information (Cambridge University Press, Cambridge, 2000).

[4] J. Preskill e A. Kitaev, Quantum Information and Computation (não publicado, 1998); disponível online em <http://www.theory.caltech.edu/~preskill/ph229>.

[5] G. Benenti, G. Casati e G. Strini, Principles of Quantum Computation and Information, vol. I e II (Word Scientific, 2004).

[6] D. Bouwmeester, A. Ekert, A. Zeilinger (eds.), The Physics of Quantum Information (Springer, Berlin, 2000).

[7] C. W. Gardiner e P. Zoller, Quantum Noise, 2nd ed. (Springer-Verlag, Berlin, 2000).

[8] Ph. Blanchard, D. Giulini, E. Joos, C. Kiefer, e I.-O. Stamatescu (Eds.), Decoherence: Theoretical Experimental, and Conceptual Problems (Springer-Verlag, Berlin, 2000).

[9] Artigos Fundamentais da Área.

#### **Programa:**

1) Revisão da teoria clássica: Entropia. Compressão de Dados. Comunicação em um canal com ruído.

2) Casos ideais de comunicação quântica: Emaranhamento de estados puros. Código denso. Teletransporte.

3) Emaranhamento quântico: Operações locais. Concentração e diluição do emaranhamento de estados puros. Emaranhamento de estados mistos. Emaranhamento de formação e de custo. Emaranhamento de destilação. Protocolos de destilação.

4) Comunicação clássica em um canal quântico com ruído : Descrição do canal quântico com ruído. Duas formas para entropia condicional quântica. A capacidade de Holevo. Exemplos de códigos mais eficientes com estados não ortogonais. Capacidade de comunicação com estados

não-emaranhados e emaranhados. Equivalência dos problemas da capacidade do canal e do emaranhamento de custo. Comunicação em um canal com assistência de emaranhamento.

5) Comunicação quântica em um canal com ruído : Conceito de comunicação quântica. Capacidade quântica. Capacidade baseada em destilação de emaranhamento e teletransporte. Capacidade quântica assistida de comunicação clássica.

6) Criptografia quântica: Breve introdução a criptografia clássica. Desigualdades de Bell. Protocolo BB84 de distribuição de chave secreta. Protocolo EPR de distribuição de chave secreta. Conceito de segurança independente de dispositivo.

## **F 415 - Mecânica Geral II**

### **Bibliografia:**

- Mecânica - 1ª edição - Editora Campus Ltda. - autor: Keith R. Symon

### **Programa:**

Introdução à Mecânica dos Meios Contínuos

- A equação de movimento para uma corda vibrante
- Propagação de ondas ao longo de uma corda
- A corda como caso-limite de um sistema de partículas
- Considerações gerais sobre a propagação de ondas
- Cinemática dos fluidos em movimento
- Equações do movimento para o momento dos fluidos
- Escoamento estacionário
- Ondas sonoras
- Vibrações normais de um fluido colocado numa caixa retangular
- Ondas sonoras em tubos
- Velocidade de grupo
- O número de Mach
- Viscosidade

Equações de Lagrange

- Coordenadas generalizadas
- Equações de Lagrange
- Exemplos
- Sistemas sujeitos a vínculos
- Constantes do movimento e coordenadas ignoráveis
- Outros exemplos
- Forças eletromagnéticas e potenciais dependentes da velocidade
- Equações de Lagrange para uma corda vibrante
- Equações de Hamilton
- Teorema de Liouville

Álgebra Tensorial. Tensores de Inércia e de Tensão

- Momento angular de um corpo rígido
- Álgebra tensorial
- Transformações de coordenadas
- Diagonalização de um tensor simétrico
- O tensor de inércia
- O tensor de tensão

A Rotação de um Corpo Rígido

- Movimento de um corpo rígido no espaço
- Equações de Euler para o movimento de corpos rígidos
- Solução de Poinsot para o caso de um corpo que gira livremente
- Ângulos de Euler

- O pêlo simétrico

#### Teoria das Pequenas Vibrações

- Condições para estabilidade nas vizinhanças de uma configuração de equilíbrio
- Equações linearizadas do movimento
- Modos normais de vibração
- Vibrações forçadas, amortecimento
- Teoria da perturbação
- Pequenas vibrações em torno do movimento estacionário
- Oscilações de Betatron em um acelerador
- Estabilidade dos três corpos, de Lagrange
- Estabilidade de Lagrange

### **F 428 - Física Geral IV**

#### **Bibliografia:**

- Fundamentos de Física 4 - 9ª edição - Livros Técnicos e Científicos (Rio de Janeiro)  
Autores: Halliday e Resnick

#### **Programa:**

##### Ondas Eletromagnéticas

- O Arco-íris de Maxwell
- Geração de uma Onda Eletromagnética
- Onda Eletromagnética Progressiva - Estudo Qualitativo
- Onda Eletromagnética Progressiva - Estudo Quantitativo (Optativo)
- Transporte de Energia e Vetor de Poynting
- Pressão da Radiação
- Polarização
- Velocidade de uma Onda Eletromagnética

##### Óptica Geométrica

- Óptica geométrica
- Reflexão e Refração
- Reflexão Interna Total
- Polarização por Reflexão
- Espelho Plano
- Espelhos Esféricos
- Como Traçar os Raios
- Superfícies Refratoras Esféricas

##### Interferência

- Comportamento Ondulatório da Luz
- Difração
- Experiência de Young
- Coerência
- Intensidade na Experiência de Interferência em Fenda Dupla
- Interferência em Películas Finas
- Interferômetro de Michelson

##### Difração

- Difração e a Teoria Ondulatória da Luz
- Difração em Fenda Única - Como Localizar os Mínimos
- Difração: Uma Discussão mais Aprofundada
- Difração em Fenda Única - Estudo Qualitativo
- Difração em Fenda Única - Estudo Quantitativo
- Difração em Orifício Circular

- Difração em Fenda Dupla (optativo)
- Fendas Múltiplas
- Redes de Difração
- Redes: Dispersão e Poder de Resolução (optativo)
- Difração de Raios X

#### Teoria da Relatividade

- O que é Relatividade?
- Os Postulados da Relatividade
- Medida de um Evento
- Eventos Simultâneos
- Simultaneidade: Um Estado mais Detalhado
- A Relatividade do Tempo
- A Relatividade do Comprimento
- As Equações da Transformação de Lorentz
- Algumas Consequências das Transformações de Lorentz
- A Transformação da Velocidade
- O Efeito Doppler
- Uma Nova Visão de Momento Linear
- Uma Nova Visão de Energia
- O senso Comum da Relatividade

#### Física Quântica I

- Um novo Rumo
- Einstein Faz Uma Proposta
- O Efeito Fotoelétrico
- O Efeito Compton
- Planck e Sua Constante - Uma Apresentação da Evolução Histórica
- Quantização da Energia
- Princípio da Correspondência
- Estrutura Atômica
- Niels Bohr e o Átomo de Hidrogênio
- Dedução de Bohr (optativo)

#### Física Quântica II

- Louis Victor de Broglie Levanta Uma Hipótese
- O teste da Hipótese Levantada por Broglie
- A Função de Onda
- As Ondas de Luz e os Fótons
- As Ondas Materiais e os Fótons
- O Átomo de Hidrogênio
- O efeito Túnel
- O Princípio da Incerteza de Heisenberg
- O Princípio da Incerteza - Estudo de Dois Casos
- Ondas e Partículas

#### Modelos Atômicos

- Os átomos e o mundo que nos cerca
- Algumas Propriedades dos átomos
- A Equação de Schrödinger e o átomo de Hidrogênio
- Momento Angular Orbital e Magnetismo
- Momento Angular Orbital de Spin e Magnetismo
- As Funções de Onda do átomo de Hidrogênio
- A Experiência de Stern-Gerlach

- Ciência, Tecnologia e Spin - Discussão
- Átomos com Muitos Elétrons e a Tabela Periódica dos Elementos
- Os Raios X e a Ordem dos Elementos na Tabela Periódica
- Espectro Contínuo de Raios X
- Espectro de Raios X Característicos
- A Luz de um Laser
- Einstein e o Laser
- Como o Laser Funciona

#### Condução de Eletricidade em Sólidos

- Propriedade dos Sólidos
- Condutividade dos Sólidos
- Níveis de Energia num Sólido
- Isolantes
- Metais - Estudo Qualitativo
- Metais - Estudo Quantitativo
- Semicondutores
- Dopagem
- A Junção p-n
- O Diodo Retificador
- O Diodo Emissor de Luz (LED)
- O Transistor (optativo)

#### Física Nuclear

- A Descoberta do Núcleo
- Algumas Propriedades Nucleares
- Decaimento Radioativo
- Decaimento Alfa
- Decaimento Beta
- Datação Radioativa
- Medida da Dosagem de Uma Radiação
- Modelos Nucleares (optativo)

#### Energia Libertada Pelo Núcleo

- O átomo e seu Núcleo
- Fissão Nuclear. O Processo Básico
- Um Modelo para a Fissão Nuclear
- O Reator Nuclear
- Um Reator Nuclear Natural (optativo)
- Fusão Termonuclear: O processo Básico
- Fusão Termonuclear no Sol e em Outras Estrelas
- Fusão Termonuclear Controlada
- O Tokamak
- Fusão por Meio de Laser

#### Quarks, Léptons e o Big-Bang

- A Vida e o Universo
- Partículas, Partículas, Partículas
- Os Léptons
- Uma Nova Lei da Conservação
- Outra Nova Lei da Conservação
- As Oito Configurações
- O Modelo de Quarks
- Forças e Partículas Mensageiras (optativo)

- O Universo está em Expansão
- A Radiação de Fundo de Micro-ondas"
- O Mistério da Matéria Escura
- O Big-Bang
- Breve Discussão Final

## **F 429 - Física Experimental IV**

### **Bibliografia:**

- Notas de Aula do IFGW
- "Experiments in Physics", D.W.Preston, John Wiley & Sons, 1985
- "Eletronics Fundamentais", Thomas L. Floyd, Maxwell Macmillan,1991
- Fundamentos da Física 4  
2ª edição
- Livros Técnicos e Científicos (Rio de Janeiro)  
Halliday e Resnick

### **Programa:**

Correntes alternada:

- Valor do Pico. Valor Eficaz. Funcionamento de Amperímetro. Amperímetro AC. Voltímetro AC. Multiteste. Medida da tensão de saída de um gerador de audio vs.frequência.

Osciloscópio

- Princípios básicos de operação. Controle vertical. Medida da tensão de saída de um gerador de audio em função da frequência. Controle horizontal. Trigger (engatilhamento) interno e externo. Medida de frequência próximas: múltiplas ou submúltiplas com osciloscópio

Circuito RC em corrente alternada

- Diferença do funcionamento do circuito RC em AC e transitórios (DC). Utilizando osciloscópio  
medir a constante de tempo de um circuito RC.

Diodo

- Medir a curva característica de um diodo utilizando osciloscópio.

Circuito Ressonante RLC

- Frequência de ressonante. Q do circuito. Medir a curva de ressonância de um circuito RLC.

Transformador

- Força eletromotriz induzida. Medir o rendimento de um transformador

Interferência

- Interferômetro de Michelson. Interferômetro de Fabry-Perot

Refratometria

- Medidas de ângulos de prisma, e determinação do seu índice de refração através do ângulo de desvio mínimo. Medidas de índice de refração, com vários (Dispersão do prisma)

Difração

- Estudo da difração por fendas

Fibras Óptica

- Introdução às Fibras Ópticas

## **F 449 - Lasers e Aplicações**

### **Bibliografia:**

- Grant R. Fowles – Introduction to Modern Optics – Dover Books on Physics (1989).
- Jaime Frejlich – ÓPTICA – Oficina de Textos (2011)
- Eugene Hecht – OPTICS – Addison Wesley (2001)
- Warren Smith – Modern Optical Engineering – Mc Graw Hill (2008)

### **Programa:**

Introdução Revisão de eletromagnetismo; fundamentos e partes de um laser; história, ex: o maser de amônia.

Cavidades ópticas

- Traçado de raios em sistemas ópticos; matrizes ABCD; condição de estabilidade de cavidades ópticas; diagrama de estabilidade de cavidades ópticas; tipos de cavidades.

- Feixes Gaussianos; lei ABCD; qualidade do feixe e fator M<sup>2</sup>; lei ABCD aplicada a cavidades ópticas; projetando cavidades ópticas.

- Feixes ópticos em guias de onda.

- Ressonância em cavidades ópticas; etalons, cavidades de Fabry-Perot, e cavidades em anél com e sem perdas.

- Fator de qualidade, finesse, largura da ressonância e tempo de vida dos fótons na cavidade; ressonância de modos de Hermite-Gauss; acoplando luz em cavidades ópticas: casamento de impedância;

- Cavidade óptica com ganho.

O meio ativo Interação da radiação com matéria, coeficientes de Einstein; coeficiente de absorção ou ganho; Lei de Beer; inversão de população e amplificação; mecanismos de alargamento de linhas espectrais.

Meio ativo + cavidade óptica + excitação: dinâmica laser

- Oscilação laser e amplificação em meios com alargamento homogêneo; limiar de oscilação; saturação do ganho em meio com alargamento homogêneo; condições para inversão de população.

- saturação do ganho em meios com alargamento inhomogêneo; amplificação da emissão espontânea (ASE).

- Eficiência; mecanismos de bombeamento; lasers de 3 e 4 níveis; o laser contínuo (cw) em anél; largura de linha mínima de um laser (Schawlow-Townes); otimizando a extração de luz (output coupling).

- Dinâmica laser; interação entre fótons e átomos em cavidades ópticas; spikes e oscilações de relaxação (relaxation oscillations). Modos de operação laser: chaveamento do fator de qualidade (Q-switching); Q-switching rápido e lento; Mode-locking e geração de pulsos ultracurtos; mode-locking ativo e passivo; Kerr-lens mode-locking; automodulação de fase; chirp e fase espectral; métodos de análise de pulsos ultracurtos: autocorrelador, FROG, SPIDER, GRENOUILLE, MIIPS; fase óptica entre pulsos (carrier-to-envelope offset frequency) e controle. Análise de alguns lasers específicos (Nd:YAG, semicondutores, etc).

Aplicações selecionadas

Resfriamento a laser, medidas de frequências ópticas, geração de UV e raios X através de altos harmônicos, telecomunicações ópticas, medicina e biofotônica, aplicações industriais (processamento de materiais, corte, solda e marcação).

## **F 489 - Estrutura da Matéria II**

### **Bibliografia:**

- "Física Quântica", 4ª edição - Robert Eisberg, Robert Resnick - Editora Campus Ltda.

### **Programa:**

Momentos de Dipolo Magnético, Spin e Taxas de Transição

- Momento de dipolo magnético orbital

- A experiência de Stern-Gerlach e o spin do elétron

- A interação spin-órbita

- Momento angular total

- Energia de interação spin-órbita e os níveis de energia do hidrogênio

- Taxas de transição e regras de seleção

- Comparação entre as teorias quânticas moderna e antiga

## Átomos Multieletrônicos

- Estados Fundamentais e Excitações de Raios X
- Partículas idênticas
- O princípio de exclusão
- Forças de troca e o átomo de hélio
- Teoria de Hartree
- Resultados da teoria de Hartree
- Estados fundamentais de átomos multieletrônicos e a tabela periódica
- Espectros discretos de raios X

## Átomos Multieletrônicos

- Excitações Ópticas
- Átomos alcalinos
- Átomos com vários elétrons ópticamente ativos
- Acoplamento LS
- Níveis de energia do átomo de carbono
- O efeito Zeeman

## Estatística Quântica

- Indistinguibilidade e estatística quântica
- As funções de distribuições quânticas
- Comparação entre as funções de distribuição
- O calor específico de um sólido cristalino
- A distribuição de Boltzmann como uma aproximação às distribuições quânticas
- O laser
- O gás de fótons e o gás de fônons
- Condensação de Bose e o Hélio líquido
- O gás de elétrons livres
- Potencial de contato e emissão termoiônica
- Descrições clássicas e quânticas do estado de um sistema

## Moléculas

- Ligações iônicas
- Ligações covalentes
- Espectros moleculares
- Espectros de rotação
- Espectros de vibração – rotação
- Espectros eletrônicos
- O efeito Raman
- Determinação do spin nuclear e natureza da simetria

## Sólidos – Condutores e Semicondutores

- Tipos de sólidos
- Teoria de banda dos sólidos
- Condução elétrica em metais
- O modelo quântico dos elétrons livres
- O movimento dos elétrons numa rede periódica
- Massa efetiva
- Dispositivos semicondutores
- Sólidos – Propriedades Supercondutoras e Magnéticas
- Supercondutividade
- Propriedades magnéticas dos sólidos
- Paramagnetismo
- Ferromagnetismo

- Antiferromagnetismo e ferrimagnetismo
- Sólidos – Propriedades Supercondutoras e Magnéticas
- Supercondutividade
- Propriedades magnéticas dos sólidos
- Paramagnetismo
- Ferromagnetismo
- Antiferromagnetismo e ferrimagnetismo

#### Modelos Nucleares

- Formas e densidades nucleares
- Massas e abundâncias nucleares
- O modelo da gota líquida
- Números mágicos
- O modelo do gás de Fermi
- O modelo de camadas
- Predições do modelo de camadas
- O modelo coletivo

#### Decaimento Nuclear e Reações Nucleares

- Decaimento alfa
- Decaimento beta
- A interação decaimento beta
- Decaimento gama
- O efeito Mössbauer
- Reações nucleares
- Estados excitados dos núcleos
- Fissão e reatores
- Fusão e origem dos elementos
- Partículas Elementares
- Forças nucleônicas
- Isospin
- Pions
- Muons
- Estranheza
- Interações fundamentais e leis de conservação
- Famílias de partículas elementares
- Hipercarga e quarks

### **F 502 - Eletromagnetismo I**

#### **Bibliografia:**

- “Fundamentos da Teoria Eletromagnética” - 3ª edição - Editora Campus Ltda. (Rio de Janeiro)

John R. Reitz, Frederick J. Milford, Robert W. Christy

#### **Programa:**

##### Análise Vetorial

- Definições
- Álgebra vetorial
- Gradiente
- Integração
- Divergente
- Rotacional
- Operador diferencial vetorial

- Desenvolvimentos adicionais

#### Eletrostática

- Carga elétrica
- Lei de Coulomb
- Campo elétrico
- Potencial eletrostático
- Condutores e isolantes
- Lei de Gauss
- Aplicação da Lei de Gauss
- Dipolo elétrico
- Expansão multipolar dos campos elétricos
- Função delta de Dirac

#### Solução de Problemas Eletrostáticos

- Equação de Poisson
- Equação de Laplace
- Equação de Laplace com uma variável independente'
- Soluções da equação de Laplace em coordenadas esféricas
- Esfera condutora em um campo elétrico uniforme
- Harmônicos cilíndricos
- Equação de Laplace em coordenadas retangulares
- Equação de Laplace em duas duas dimensões. Solução geral
- Imagens eletrostáticas
- Carga puntual em um fluido dielétrico
- Condições de contorno sobre os vetores de campo
- Problemas de valores de contorno que envolvem dielétricos
- Esfera dielétrica em um campo elétrico uniforme
- Força atuante sobre uma carga puntual imersa num dielétrico

#### Teoria Microscópica dos Dielétricos

- Campo molecular em um dielétrico
- Dipolos induzidos. Um modelo simples
- Moléculas polares. Fórmula de Langevin-Debye
- Polarização permanente. Ferroeletricidade

#### Energia Eletrostática

- Energia potencial de um grupo de cargas puntuais
- Energia eletrostática de uma distribuição de carga
- Densidade de energia de um campo eletrostático
- Energia de um sistema de condutores carregados
- Coeficientes de capacitância e indução
- Capacitores
- Forças e torques
- Força atuante sobre uma distribuição de carga
- Interpretação termodinâmica da energia eletrostática

#### Corrente Elétrica

- Natureza da corrente
- Densidade de corrente. Equação da continuidade
- Lei de Ohm. Condutividade
- Correntes estacionárias em meios contínuos
- Passagem para o equilíbrio eletrostático
- Redes de resistências e leis de Kirchhoff
- Teoria microscópica da condução

### Campo Magnético de Correntes Estacionárias

- Definição de indução magnética
- Forças atuantes sobre condutores em que circulam correntes
- Lei de Biot e Savart
- Aplicações elementares da Lei de Biot e Savart
- Lei circuital de Ampère
- Potencial vetorial magnético
- Campo magnético de um circuito distante
- Potencial escalar magnético
- Fluxo magnético

### Propriedades Magnéticas da Matéria

- Magnetização
- Campo magnético produzido por material magnetizado
- Potencial escalar magnético e densidade de pólo magnético
- Fontes de campo magnético. Intensidade magnética
- Equações de campo
- Susceptibilidade e permeabilidade magnéticas. Histerese
- Condições de contorno sobre os vetores de campo
- Problemas de valores de contorno que envolvem materiais magnéticos
- Circuitos de corrente que contém meios magnéticos
- Circuitos magnéticos
- Circuitos magnéticos que contém ímãs permanentes

### Teoria Microscópica do Magnetismo (Opcional)

- Campo molecular no interior da matéria
- Origem do diamagnetismo
- Origem da paramagnetismo
- Teoria do ferromagnetismo
- Domínios ferromagnéticos
- Ferrites

## **F 515 - Mecânica Geral III**

### **Bibliografia:**

Tópicos de mecânica clássica - M.A.M. de Aguiar

Classical mechanics - H. Goldstein

The variational principles of mechanics - C. Lanczos

Classical dynamics of particles and systems - Marion e Thornton

Mecânica - K.R. Symon

Mathematical Methods of Classical Mechanics - V.I. Arnold

Regular and stochastic motion - A.J. Lichtenberg e M.A. Lieberman

### **Programa:**

Revisão da Mecânica de Newton

O princípio de D'Alembert e as Equações de Lagrange

O princípio variacional e as Equações de Lagrange

O método dos multiplicadores de Lagrange

As Equações de Hamilton

Transformações canônicas e Parênteses de Poisson

Invariantes canônicos

A Equação de Hamilton-Jacobi

O teorema de integrabilidade de Arnold-Liouville

Variáveis de ângulo e ação

Estabilidade  
Teoria de perturbação canônica  
O Teorema KAM  
Aplicações: falhas nos anéis de Saturno e no cinturão de asteróides  
O Teorema de Poincaré-Birkhoff  
Caos: emaranhados homoclínicos e o Mapa da Ferradura  
Simetrias e meios contínuos

## **F 520 - Métodos Matemáticos da Física I**

### **Bibliografia:**

-Mathematical Methods for Physicists” - Third Edition (Academic Press, Inc) - George Arfken

### **Programa:**

#### Análise Vetorial

- Definições com aproximações elementares
- Definições Avançadas
- Produto Escalar, produto Vetorial
- Triplo produto escalar, triplo produto vetorial
- Gradiente, divergente e rotacional
- Aplicações sucessivas de  $\nabla$
- Integração vetorial
- Teorema de Gauss
- Teorema de Stokes
- Teoria do potencial
- Lei de Gauss, equação de Poisson
- Teorema de Helmholtz

#### Sistema de Coordenadas

- Coordenadas Curvilíneas
- Diferenciação de vetores
- Coordenadas cartesianas retangulares
- Coordenadas circulares cilíndricas  $(\rho, \phi, z)$
- Coordenadas polares esféricas  $(r, \theta, \phi)$
- Separação de variáveis

#### Matrizes e Determinantes

- Determinantes
- Matrizes
- Matrizes ortogonais
- Coordenadas oblíquas
- Matrizes hermitianas, matrizes unitárias
- Diagonalização de matrizes
- Autovetores, autovalores

#### *Equações Diferenciais*

- Equações diferenciais parciais em Física teórica
- Equações diferenciais de primeira ordem
- Separação de variáveis – equações diferenciais ordinárias
- Pontos singulares
- Soluções por séries – método de Frobenius
- Equações não homogêneas - função de Green
- Soluções numéricas

Teorema de Sturm-Liouville – Funções Ortogonais

- Equações diferenciais auto-adjuntas
  - Operadores Hermitianos auto-adjuntos
  - Ortogonalização de Gram-Schmidt
  - Completeza das autofunções
- A Função Gama (Função Fatorial)
- Definições e propriedades simples
  - Diagramas e funções poligamas
  - Série de Stirling
  - Função Beta
  - Função incompleta de Gama e funções relativas

#### Funções de Bessel

- Funções de Bessel do primeiro tipo,  $J_\nu(x)$
- Ortogonalidade
- Funções de Neumann, funções de Bessel do segundo tipo,  $N_\nu(x)$
- Funções de Hankel
- Funções modificadas de Bessel,  $I_\nu(x)$  and  $K_\nu(x)$
- Expansão assintótica
- Funções esféricas de Bessel

#### Funções de Legendre

- Função geratriz
- Relações de recorrência e propriedades especiais
- Ortogonalidade
- Definições alternativas para os polinômios de Legendre
- Funções associadas de Legendre
- Harmônicos esféricos
- Teorema da adição para harmônicos esféricos
- Integrais do produto de três esféricos harmônicos
- Funções de Legendre do segundo tipo,  $Q_n(x)$
- Vetores harmônicos esféricos

#### Funções Especiais

- Função de Hermite
- Função de Laguerre
- Polinômios de Chebyshev
- Polinômios de Chebyshev – Aplicações numéricas
- Funções hipergeométricas
- Funções hipergeométricas confluentes

### F 530 - Instrumentação I

#### Bibliografia:

- S.L. Squires, Practical Physics, Cambridge University Press
- LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. O laboratório didático a partir da perspectiva a partir da Perspectiva da Multimodalidade Representacional. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 3, p. 721-734, 2011
- NARDI, Roberto; ALMEIDA, Maria José P. M. Investigação em Ensino de Ciências no Brasil segundo pesquisadores da área: alguns fatores que lhe deram origem. *ProPosições*, v. 18, n.1 (52) -2007. 213-226.
- C.H. Crouch et al., Classroom demonstrations: learning tools or entertainment?, *Am. J. Phys.*, v.72, n.6, 2004
- K. Miller et al., Role of physics lecture demonstrations in conceptual learning, *Phys.*

**Programa:**

Desenvolvido individualmente de acordo com o projeto escolhido.

**F 540 - Métodos da Física Experimental I**

**Bibliografia:**

- "The Art of Electronics" - P. Horowitz e W. Hill
- "Eletrônica - Dispositivos e Circuitos" - J. Millman e C.C. Halkias
- "Eletrônica" - A. P. Malvino
- "Eletrônica Básica" - J.J. Brophy

**Programa:**

Caracterização de Dispositivos Semicondutores

- Diodos e circuitos ceifadores – curvas características
- Fonte retificadora
- Transistor bipolar de junção
- Polarizando um transistor bipolar de junção
- Curva característica de um transistor bipolar de junção
- Transistor de efeito de campo
- Curva característica de um FET

Aplicações com Componentes Discretos

- Fontes de corrente utilizando transistores
- Amplificador AC utilizando transistor bipolar de junção

Amplificador Operacional

- Amplificador operacional inversor e não inversor
- Amplificador operacional integrador e diferenciador
- Filtro passa-banda
- Gerador de onda quadrada - Schmidt trigger

Outros Componentes Integrados

- Amplificador de potência.
- Filtros e osciladores
- Oscilador 555, Colpitts, Hartley.
- Circuitos Digitais
- Conversor digital analógico - DAC
- Lógica Digital
- Flip-Flop

**F 541 - Métodos da Física Experimental V**

**Bibliografia:**

Livros:

- 1-The Art of Eletronics. Paul Horowitz, Winfield Hill, Cambridge University Press.
- 2- Beginning Arduino. Michael McRoberts, www.apress.com. and www.springeronline.com.

Sites de consulta:

<http://fritzing.org> Informações e softwares para o projeto, desenho, e confecção de circuitos com Arduino.

<https://www.arduino.cc/en/Guide/HomePage>. Site oficial do Arduino. Contem informações e "tutorials" sobre o ambiente "software" para trabalhar com o Arduino: O "Arduino Integrated Development Environment" (IDE).

Datasheets.

<http://www.datasheetcatalog.com/>. Utilizamos o site na internet para consultas de manuais sobre componentes. No site temos Texas, Motorola, Fairchild, Sanyo, etc..

**Programa:**

O curso constará de duas partes:

Parte-1- Curso básico de eletrônica digital: Mostra-se os conceitos ligados à eletrônica digital, a álgebra de Boole, funções lógicas, operações em binário, octal, hexadecimal, contadores, Flip flops, etc. Para esta parte reserva-se 4 aulas ou 16 horas.

Parte-2- Microcontrolador Arduino: Ensina-se a conexão do Arduino ao PC, e a realização de vários projetos. Nestes projetos serão realizadas as etapas de hardware e do software de atuação. Para esta parte reservam-se mais o restante das aulas ou 44 horas.

O número total de horas de aulas previstas é de 60 horas.

(Para auxiliar no aprendizado, o aluno pode utilizar vários softwares de domínio público cujos sites serão fornecidos em aula)

Parte 1: Curso básico de Eletrônica Digital

1- Sistemas numéricos: binário, octal, hexadecimal, portas lógicas TTL, CMOS. Portas AND, OR, NAND, NOR.

2- Álgebra de Boole, teoremas de De Morgan. Diagramas de Karnaugh, funções lógicas.

3- Flip Flops, SR, T, D. Flip Flop mestre-escravo, contadores binários, decimal, hexadecimal.

Parte 2: Microcontrolador.

1-Microprocessador. Funcionamento Básico.

2- Micro controlador – ARDUINO.

a-3) LED Piscando – Primeiro contato com o Micro controlado, como carregar um programa e ligar o circuito;

b-4) Botão com LED – Uso de entradas e saídas digitais;

c-5) Potenciômetro com Servo (ou LED em “fading”) – Uso de sinais analógicos;

d-6) Tons controlados por serial – Controle de sinais digitais e comunicação serial USB;

e-7) Controle de temperatura – Aplicação com entrada analógica com LM35 e controle de temperatura via efeito Peltier;

f-8) Saída de nível DC – Demodulação de PWM para obter um sinal contínuo;

g-9) projeto do aluno (controle de motores de passo).

h-10) projeto de aluno (controle de servos)

i-11) Exposição de projetos.

12- Exercícios, Dúvidas, repetição de experimentos.

13- Prova 2

14- Exame Final

**F 549 - Fontes Alternativas de Energia****Bibliografia:**

Jucy Neiva, Fontes Alternativas de Energia, SEGUNDA EDIÇÃO - 1987 - 155 PAG - Editora Maity Comunicação.

Barry Commoner, Energias Alternativas - Editora: Record (1986)

Michael L. Ross, The Oil Curse: How Petroleum Wealth Shapes the Development of Nations, Princeton University Press, USA (2012).

Ugo Bardi, The limits of growth revisited, Springer, NY – USA – 2011

Paul Kruger, Alternative Energy Resources : The Quest for Sustainable Energy, Wiley – New Jersey – USA – 2006.

**Programa:**

1. Fontes de Energia Renovável e não-Renovável

1.1. Energia Hidroelétrica

- 1.1.1 Usinas Hidrelétricas - Funcionamento
- 1.1.2 Utilização de Hidrelétricas no Brasil e no Mundo
- 1.2. Energia Eólica
  - 1.2.1. Princípio de funcionamento – Parques Eólicos e aerogeradores
  - 1.2.2. Utilização de Energia Eólica no Brasil e no Mundo
- 1.3 Energia Solar
  - 1.3.1 Conversão fotovoltaica
  - 1.3.2 Células e painéis solares
  - 1.3.3 Utilização de Energia Solar no Brasil e no Mundo
- 1.4 Energia Nuclear
  - 1.4.1 Radiatividade e Materiais Radioativos
  - 1.4.2 Usinas Nucleares
  - 1.4.3 Utilização da Energia Nuclear no Brasil e no Mundo
- 2. Combustíveis Alternativos
  - 2.1. Etanol x Gasolina x óleo diesel no Brasil e no mundo
  - 2.2. Biocombustíveis
- 3. Estudos de Impactos Ambientais
  - 3.1. Crescimento populacional e demanda por Energia
  - 3.2. Conscientização, Economia e Racionamento
  - 3.3 Impactos ambientais da ampliação do parque energético no Brasil e no mundo

## **F 550 – Radiação: Interação e Detecção**

### **Bibliografia:**

F.H. Attix, Introduction to radiological physics and radiation dosimetry, Wiley-VCH

G.F. Knoll, Radiation detection and measurement, John Wiley & Sons

A.F. Bielajew, Fundamentals of the Monte Carlo method for neutral and charged particle transport

J.E. Turner, Atoms, Radiation, and Radiation Protection, Wiley-VCH

### **Programa:**

Desintegração radioativa

- Desintegração alfa, beta e gamma.
- Atividade radioativa e suas unidades.
- Lei de decaimento exponencial. Vida média e meia vida de um isótopo radioativo.
- Séries radioativas. Equilíbrio transiente e secular.

Interação de partículas carregadas com material de interesse biológico.

- Colisões elásticas e inelásticas. Cinemática da colisão. Espalhamento múltiplo.
- Conceito de seção de choque. Seções de choque diferenciais.
- Seção de choque de Rutherford.
- Poder de freamento de colisão (fórmula de Bethe-Bloch). Efeito de densidade (Fermi).
- Radiação de freamento (Bremsstrahlung). Espectro de Bremsstrahlung.
- Poder de freamento radiativo.

Ionização em gases e semicondutores.

- Interação de radiação ionizante com um gás. Ionização e excitação. Energia média para criar um par de portadores de carga.
- Interação de radiação ionizante com um semicondutor. Energia média para criar um par de portadores de carga.

Interação de nêutrons.

- Espalhamento elástico.
- Espalhamentos inelásticos (excitação, captura neutrônica, transmutação, fissão e fusão).
- Ativação neutrônica e produção de radio-isótopos.
- Interação com tecidos biológicos.

Interação da radiação gama com a matéria.

- Efeito fotoelétrico. Decaimento por fluorescência e pela emissão de elétrons Auger. Probabilidade de emissão e energia média dos fótons emitidos por fluorescência. Coeficientes de atenuação, transferência e absorção de energia.
- Espalhamento Rayleigh e sua seção de choque. Coeficiente de atenuação.
- Espalhamento Compton. Seção de choque na aproximação de Klein-Nishina. Seção de choque por elétron e átomo. Seção de choque de transferência de energia. Coeficiente de atenuação, transferência e absorção de energia. Coeficientes de transferência e absorção de energia. Energia média de elétrons produzidos por Compton.
- Produção de pares no campo do núcleo atômico. Energia limiar. Coeficientes de atenuação e transferência de energia. Energia média das partículas carregadas emitidas.
- Produção de pares no campo do elétron atômico. Energia limiar. Coeficientes de atenuação e transferência de energia. Energia média das partículas carregadas emitidas.
- Interação de feixes largos e estreitos com uma camada de material. Camada semi-redutora (HVL).

O método Monte Carlo no transporte de radiação.

- Fundamentos do método
- Funções de densidade de probabilidade. Função cumulativa de probabilidade.
- Geração de números pseudo-aleatórios.
- Métodos de amostragem direto e por rejeição.
- Seguimento da história de uma partícula durante a simulação. Amostragem de caminho percorrido, evento acontecido e nova direção e energia da partícula. Transformações de coordenadas.

Introdução à detecção de radiação.

- Estatística de contagem. Distribuições de probabilidades associadas (Poisson e Gauss).
- Estimativa de incerteza e sua propagação. Fator de Fano.
- Modelo ideal de um detetor de radiação. Modos de trabalho. Resolução energética. Eficiência geométrica, intrínseca e absoluta. Tempo morto de um detetor. Modelos paralizável e não paralizável.
- Detetores a Gás. Regimes de trabalho. Princípio de funcionamento do detetor Geiger-Muller e proporcional. Gases mais usados.
- Câmara de ionização. Equilíbrio de partículas carregadas. Teoria da cavidade de Bragg-Gray. Grandezas exposição, kerma e dose absorvida.
- Princípio de funcionamento de detetores cintiladores. Características de um cintilador ideal. Resolução energética. Mecanismos de cintilação em materiais orgânicos e inorgânicos. Tubo foto-multiplicador e seu acoplamento do o cintilador.
- Princípio de funcionamento de um detetor semicondutor tipo diodo. Resolução energética.
- Princípios de espectroscopia Gama e de Raios-X. Características principais do espectro. Espectro integral e diferencial. Pico principal, borda Compton, picos de escape.
- Princípios de funcionamento de detectores TLD, filmes, e diamante.

## **F 589 - Estrutura da Matéria**

### **Bibliografia:**

- "Física Quântica", 4ª edição - Robert Eisberg, Robert Resnick - Editora Campus Ltda.

### **Programa:**

A Teoria da Relatividade Especial

- A transformação de Galileu
- A experiência de Michelson-Morley
- O postulado de Einstein
- Simultaneidade
- A dilatação do tempo e a contração do comprimento
- A transformação de Lorentz
- A transformação de velocidade relativística
- Massa relativística
- Energia relativística

Radiação Térmica e o Postulado de Planck

- Radiação térmica
- A teoria clássica da radiação de cavidade
- A teoria de Planck da radiação de cavidade
- O uso da lei da radiação de Planck na termometria
- O postulado de Planck e suas implicações
- Um pouco da história da física quântica

Fótons - Propriedades Corpusculares da Radiação

- O efeito fotoelétrico
- A teoria quântica de Einstein do efeito fotoelétrico
- O efeito compton
- A natureza dual da radiação eletromagnética
- Fótons e a produção de raios x
- Produção e aniquilação de pares
- Seções de choque para absorção e espalhamento de fótons

O postulado de De Broglie - Propriedades Ondulatórias das Partículas

- Ondas de matéria
- A dualidade onda-partícula
- O princípio da incerteza
- Propriedades das ondas de matéria
- Algumas consequências do princípio da incerteza
- A filosofia da teoria quântica

O Modelo de Bohr para o Átomo

- O modelo de Thomson
- O modelo de Rutherford
- A estabilidade do átomo nuclear
- Espectros atômicos
- Os postulados de Bohr
- O modelo de Bohr
- Correção para a massa nuclear finita
- Estados de energia do átomo
- Interpretação das regras de quantização
- O modelo de Sommerfeld
- O princípio da correspondência
- Uma crítica à antiga teoria quântica

### A Teoria de Schrödinger da Mecânica Quântica

- Argumentos plausíveis para se chegar à equação de Schrödinger
- A interpretação de Born para funções de onda
- Valores esperados
- A equação de Schrödinger independente do tempo
- As propriedades necessárias às autofunções
- A quantização da energia na teoria de Schrödinger

### Soluções da Equação de Schrödinger Independente do Tempo

- O potencial nulo
- O potencial degrau (energia menor do que a altura do degrau)
- O potencial degrau (energia maior do que a altura do degrau)
- A barreira de potencial
- Exemplos de penetração de barreiras por partículas
- O poço de potencial quadrado
- O poço de potencial quadrado infinito
- O potencial do oscilador harmônico simples

### Átomos de um Elétron

- Desenvolvimento da equação de Schrödinger
- Separação da equação independente do tempo
- Solução das equações
- Autovalores, números quânticos e degenerescência
- Autofunções
- Densidade de Probabilidade
- Momento angular orbital
- Equações de autovalor

### **F 590 - Iniciação Científica I**

#### **Bibliografia:**

A critério do professor orientador, conforme tema do projeto.

#### **Programa:**

Desenvolvido individualmente de acordo com o projeto escolhido

### **F 602 - Eletromagnetismo II**

#### **Bibliografia:**

- "Fundamentos da Teoria Eletromagnética" - 3ª edição - Editora Campus Ltda. (Rio de Janeiro)

John R. Reitz, Frederick J. Milford, Robert W. Christy

- "Classical Eletromagnetic Radiation", J.B. Marion e M.A. Heald.

#### **Programa:**

##### *Indução Eletromagnética*

- *Indução eletromagnética*
- Auto-indutância
- Indutância mútua
- Fórmula de Neumann
- Indutância em série e em paralelo

##### *Energia Magnética*

- *Energia magnética de circuitos acoplados*
- Densidade de energia no campo magnético

- Forças e torques sobre circuitos rígidos
- Perdas por histerese

#### *Correntes que Variam Lentamente*

- Introdução
- Comportamento transitório e de estado estacionário
- Leis de Kirchhoff
- Comportamento transitório elementar
- Comportamento de estado estacionário de um circuito em série simples
- Conexão de impedâncias em série e em paralelo
- Potência e fatores de potência
- Ressonância
- Indutâncias mútuas em circuitos c.a
- Equações de malhas e de nós
- Impedâncias de ponto de excitação e de transferência

#### *Física do Plasma*

- Neutralidade elétrica em um plasma
- Órbitas das partículas e movimento de deslocamento em um plasma
- Espelhos magnéticos
- Equações hidromagnéticas
- Efeito pinch
- Sistemas de confinamento magnético para fusão termonuclear controlada
- Oscilações e movimento ondulatório do plasma
- Uso de sondas em medidas de plasma

#### *Propriedades Eletromagnéticas dos Supercondutores*

- História da supercondutividade
- Condutividade perfeita e diamagnetismo perfeito de supercondutores
- Exemplos envolvendo exclusão de fluxo perfeito
- Equações de London
- Exemplos envolvendo as equações de London

#### *Equações de Maxwell*

- Generalização da lei de Ampère. Corrente de deslocamento
- Equações de Maxwell e suas bases empíricas
- Energia eletromagnética
- Equação de onda
- Condições de contorno
- Equações de onda com fontes

#### *Propagação de Ondas Eletromagnéticas*

- Ondas planas monocromáticas em meios não-condutores
- Polarização
- Densidade e fluxo de energia
- Ondas monocromáticas em meios condutores
- Ondas esféricas

#### *Ondas em Regiões de Contorno*

- Reflexão e refração nos limites de dois meios não condutores.
- Incidência normal
- Reflexão e refração nos limites de dois meios não condutores
- Incidência oblíqua

- Ângulo de Brewster. Ângulo crítico
- Coeficientes complexos de Fresnel. Reflexão por um plano condutor
- Reflexão e transmissão por uma camada delgada
- Propagação entre placas condutoras paralelas
- Guia de ondas
- Ressonadores de cavidade

#### *Dispersão Ótica nos Materiais*

- Modelo do oscilador harmônico de Drude-Lorentz
- Absorção na ressonância por cargas ligadas
- Teoria do elétron livre de Drude
- Relaxação dielétrica. Condução eletrolítica
- Relações de Kramers-Kronig

#### *Emissão de Radiação*

- Radiação de um dipolo oscilante
- Radiação de uma antena de meia onda
- Radiação de um grupo de cargas em movimento
- Campos em zonas próximas e intermediárias
- Amortecimento de radiação. Seção transversal de Thomson

### **F 604 - Física Estatística**

#### **Bibliografia:**

- Fundamentals of statistical and thermal physics - 1ª edição (McGraw-Hill Book Company, London) F. Reif

#### **Programa:**

##### Introdução aos Métodos Estatísticos

- Estatística elementar – conceitos e exemplos
- Passeio aleatório (random walk) unidimensional
- Discussão geral sobre valores médios
- Cálculo dos valores médios para o random walk
- Distribuição de probabilidades para N grande
- Distribuição de probabilidades Gaussiana
- Distribuição de probabilidades envolvendo diversas variáveis
- Comentários sobre a probabilidade de distribuições contínua
- Cálculo geral dos valores médios para o random walk
- Cálculo da probabilidade das distribuições
- Probabilidade de distribuições para N grande

##### Descrição Estatística de um Sistema de Partículas

- Especificação do estado de um sistema
- Ensemble estatístico
- Postulados básicos
- Cálculo de probabilidades
- Comportamento da densidade de estados
- Interação térmica
- Interação mecânica
- Interação completa
- Processos quasi-estáticos
- Trabalho quasi-estático fornecido por pressão
- Diferenciais exatas e “inexatas”

##### Termodinâmica Estatística

- Condições de equilíbrio e vínculos
- Processos reversíveis e irreversíveis
- Distribuição de energia entre sistemas em equilíbrio
- A aproximação para o equilíbrio térmico
- Temperatura
- Reservatórios térmicos
- Largura da distribuição de probabilidades
- Dependência da densidade de estados em relação aos parâmetros externos
- Equilíbrio entre sistemas interagentes
- Propriedades da entropia
- Leis termodinâmicas e relações estatísticas básicas
- Cálculo estatístico de quantidades termodinâmicas

#### Parâmetros Macroscópicos e suas Medidas

- Trabalho e energia interna
- Calor
- Temperatura absoluta
- Capacidade calorífica e calor específico
- Entropia
- Consequências da definição absoluta de entropia
- Parâmetros Extensivos e Intensivos

#### Aplicações Simples de Termodinâmica Macroscópica

- Equação de estado e energia interna
- Calores específicos
- Expansão ou compressão adiabática
- Entropia
- Derivação de leis gerais
- Sumário das relações de Maxwell e das funções termodinâmicas
- Entropia e energia interna
- Expansão livre de um gás
- Processo Throttling (ou Joule-Thomson)
- Máquinas térmicas
- Refrigeradores

#### Métodos Básicos e Resultados da Mecânica Estatística

- Sistema Isolado
- Sistema com reservatório térmico
- Aplicações simples de uma distribuição canônica
- Sistemas com energia média especificada
- Cálculo dos valores médios em um ensemble canônico
- Conexões com termodinâmica
- Ensembles usados como aproximações
- Métodos matemáticos aproximados
- Ensemble grand canonico e outros ensembles
- Derivação alternativa para a distribuição canônica

#### Aplicações Simples de Mecânica Estatística

- Funções de partição e suas propriedades
- Cálculo de quantidades termodinâmicas
- Paradoxo de Gibbs
- Validade das aproximações clássicas
- Prova do teorema
- Aplicações simples

- Calor específico dos sólidos
- Cálculos de magnetização
- Distribuição de velocidades de Maxwell
- Distribuição relativa de velocidades e valores médios
- Número de moléculas colidindo em uma superfície
- Efusão
- Pressão e transferência de momento

#### Equilíbrio entre Fases ou Espécies Químicas

- Sistemas isolados
- Sistemas em contato com um reservatório a temperatura constante
- Condições de estabilidade para uma substância homogênea
- Condições de equilíbrio na equação de Clausius-Clapeyron
- Transformação de fase e equação de estado
- Relações gerais em um sistema com muitas componentes
- Discussão alternativa para equilíbrio entre as fases
- Condições gerais para equilíbrio químico
- Equilíbrio químico entre gases ideais

#### Estatística Quântica de um Gás Ideal

- Partículas idênticas e simetria
- Estatística de Maxwell-Boltzmann
- Estatística de Photon
- Estatística de Bose-Einstein
- Estatística de Fermi-Dirac
- Estatística quântica no limite clássico
- Estados quânticos de uma partícula simples
- Funções de partição
- Função de partição de moléculas poliatômicas
- Radiação eletromagnética em equilíbrio térmico
- Natureza da radiação no interior de um oco
- Radiação emitida por um corpo a temperatura  $T$
- Consequências da distribuição de Fermi-Dirac
- Cálculo qualitativo do calor específico eletrônico

### F 609 – Tópicos de Ensino de Física I

#### Bibliografia:

- J.H.A. de Barros, Processo de mudança da avaliação no ensino de Física de Nível Médio: das propostas à sala de aula, UFSC (2008).
- BRASIL, Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular – Educação é a base. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br> (2017).
- BRASIL. Brasil no PISA 2015: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros. São Paulo: Fundação Santilana, 2016.
- CHIRINÉA, A.M. O índice de desenvolvimento da educação básica (IDEB) e as dimensões associadas à qualidade da educação na escola pública municipal. Universidade Estadual Paulista, Marília, 2010.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Currículo do Estado de São Paulo – Ciências da Natureza e suas tecnologias, 1ª. Ed., São Paulo, 2012
- DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. A pesquisa no ensino, sobre o ensino e sobre a reflexão dos professores sobre seus ensinamentos. Educação e Pesquisa, v. 28, n. 2, p. 57-67, 2002.

- DUIT R., TREAGUST D.F. Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning, *International Journal of Science Education*, Vol. 25, 6, 2003.
- BASSO, Itacy. Significado e sentido do trabalho docente. *Cadernos do CEDES*. Vol.19, n.44. Campinas. 1998.
- JUNIOR, Pedro Donizete Colombo et al. Ensino de física nos anos iniciais: análise da argumentação na resolução de uma “atividade de conhecimento físico. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 17, n. 2, p. 489-507, 2012.
- KAMPEN P.van, BANAHAN C., KELLY M.,McLOUGHLIN E. e O’LEARY E., Teaching a single physics module through Problem Based Learning in a lecture-based curriculum. *Am. J. Phys.*, 72, 2004.
- LAVAQUI, Vanderlei; BATISTA, Irinéa de Lourdes. Interdisciplinaridade em ensino de Ciências e de Matemática no Ensino Médio. *Ciênc. educ. (Bauru)*, Bauru , v. 13, n. 3, Dec. 2007 Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132007000300009&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132007000300009&lng=en&nrm=iso)>. access on 16 Jan. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132007000300009>.
- MATTHEWS, Michael R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.
- MOZENA, E. R., OSTERMANN, F. Uma revisão bibliográfica sobre a interdisciplinaridade no ensino das ciências da natureza, *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v.16, n. 02, 2014.
- PEREZ, Daniel Gil et al . Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciênc. educ. (Bauru)*, Bauru , v. 7, n. 2, 2001 . Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-73132001000200001&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132001000200001&lng=en&nrm=iso)>. access on 16 Jan. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132001000200001>.
- C.W. Rosa, L.M. Darroz, T.E. Marcante, A avaliação no ensino de Física: práticas e concepções dos professores, *Rev. Electrón. Investig. Educ. Cienc.* 7(2), 2012.
- SARESP. Relatório Pedagógico – Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química), 2014.
- A.D.O. Santana, Instrumentos de avaliação do processo de aprendizagem no ensino de Física, UFU (2008).

### **Programa:**

Esta disciplina relaciona tópicos de física e de prática pedagógica voltados para o ensino fundamental e médio. Os conteúdos serão trabalhados de forma conjunta, misturando discussões em sala de aula com práticas de ensino. A disciplina é estruturada a partir de uma série de tópicos:

- O que define um bom professor? E um bom professor de Física?
- A transposição didática;
- Metodologias para o ensino de Física; história da ciência, experimentação, resolução de problemas, interdisciplinaridade. Outras metodologias mais alternativas ao ensino de Física.
- Relações de ensino aprendizagem em espaços não formais de ensino e aprendizagem.

### **F 620 - Métodos Matemáticos da Física II**

#### **Bibliografia:**

-“Mathematical Methods for Physicists” - Third Edition (Academic Press, Inc) - George Arfken

#### **Programa:**

## Funções de Variável Complexa

- Complex Algebra
- Condições de Cauchy-Riemann
- Teorema da integral de Cauchy
- Fórmula Cauchy's Integral
- Laurent Expansion
- Mapping
- Conformal Mapping

## Funções de Variável Complexa : Cálculo de Resíduos

- Singularidades
- Cálculo de Resíduos
- Relações de dispersão

## Séries de Fourier

- Vantagens e usos das séries de Fourier
- Aplicações das séries de Series
- Propriedades das séries de Fourier
- O fenômeno de Gibbs
- Ortogonalidade discreta – transformada de Fourier discreta

## Transformações Integrais

- Transformações integrais
- Desenvolvimento da integral de Fourier
- Transformada de Fourier – Teorema da inversão
- Teorema da Convolução
- Representação de momentos
- Funções de transferência
- Transformadas de Laplace elementares
- Teorema da convolução
- Transformada inversa de Laplace

## Equações Integrais

- Transformações integrais, funções geratrizes
- Séries de Neumann, Kernels separáveis (degenerados)
- Teoria de Hilbert-Schmidt
- Funções de Green uni-dimensionais
- Funções de Green em duas e três dimensões

## Cálculo Variacional

- Aplicações da equação de Euler
- Generalizações, múltiplas variáveis dependentes
- Mais que uma variável dependente
- Mais que uma variável independente
- Multiplicadores de Lagrange
- Vínculos no cálculo variational
- Técnica variacional de Rayleigh-Ritz

## **F 625 - Métodos de Computação Científica I**

### **Bibliografia:**

Livro texto básico: Computational Physics, M.E.J. Newman

### **Programa:**

Introdução

Programação básica em Python

Listas e laços  
Funções e laços  
Visualização  
Integração numérica  
Métodos adaptivos e integração Romberg  
Integração Gaussiana e integrais multidimensionais.  
Diferenciação e interpolação  
Sistemas de equações lineares  
Equações não lineares  
Máximas e mínimas  
Transformadas de Fourier  
Algoritmo FFT  
Equações diferenciais ordinárias  
Métodos de ordens superiores  
Métodos adaptivos.  
Problemas de valores de contorno.  
Equações diferenciais parciais.  
Métodos de relaxação.  
Métodos de tempo avançado  
Métodos espectrais  
Processos aleatórios  
Integração Monte Carlo  
Simulação Monte Carlo  
Simulated annealing

### **F 630 – Instrumentação II**

#### **Bibliografia:**

- S.L. Squires, Practical Physics, Cambridge University Press
- LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. O laboratório didático a partir da perspectiva a partir da Perspectiva da Multimodalidade Representacional. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 3, p. 721-734, 2011
- NARDI, Roberto; ALMEIDA, Maria José P. M. Investigação em Ensino de Ciências no Brasil segundo pesquisadores da área: alguns fatores que lhe deram origem. **ProPosições**, v. 18, n.1 (52) -2007. 213-226.
- C.H. Crouch et al., Classroom demonstrations: learning tools or entertainment?, *Am. J. Phys.*, v.72, n.6, 2004
- K. Miller et al., Role of physics lecture demonstrations in conceptual learning, *Phys. Rev. St Phys. Educ. Res.*, v.9, 020113, 2013

#### **Programa:**

Desenvolvido individualmente, de acordo com o projeto escolhido.

### **F 640 - Métodos da Física Experimental II**

#### **Bibliografia:**

- 1) Vacuum Technology, A. Roth
- 2) Advanced Cryogenics, C. A. Bailey
- 3) Glow Discharge Processes, B. Chapman

#### **Programa:**

Parte 1- Vácuo

- Teoria dos Gases Rarefeitos
- Equação de estado do gás ideal

- Cálculo cinético da pressão
- Energia cinética média
- Distribuição de Maxwell
- Densidade de impactos moleculares
- Viscosidade dos gases
- Escoamento de Gases
- Velocidade de bombeamento, vazão de massa e condutância.
- Regimes de escoamento
- Cálculos de condutância nos escoamentos viscoso, molecular e intermediário
- Efeitos de Superfície
- Fenomenologia da adsorção e da de-sorção
- Tempo médio de permanência de moléculas adsorvidas
- Isotermas de adsorção
- Evaporação
- Degaseificação de materiais
- Descrição Quantitativa de Sistemas de Vácuo
- Pressão de equilíbrio
- Variação temporal da pressão
- Dimensionamento de sistemas de vácuo
- Bombas de Vácuo
- Princípios de funcionamento
- Bombas rotativas (palhetas, pistão rotativo, Roots, e turbomolecular)
- Bombas de difusão a óleo
- Bombas iônicas (diodo e triodo)
- Bombas de sorção
- Bombas criogênicas
- Curvas de velocidade de bombeamento em função da pressão
- Acessórios (válvulas e armadilhas)
- Medidores de Vácuo
- Princípios de funcionamento
- Medidores de mercúrio, Bourdon e membrana capacitiva
- Medidores térmicos (Pirani e termopar)
- Medidores de catodo frio
- Medidores de catodo quente (triodo invertido e Bayard-Alpert)
- Analisadores de gases residuais
- Bombeamento de uma Câmara de Vácuo
- Experimento para determinar a velocidade de bombeamento da bomba
- Estudo da curva de decaimento da pressão com o tempo na câmara
- Condutância de Tubos
- Experimento sobre medidas da condutância de tubos de vários diâmetros para o ar
- Curvas da condutância em função da pressão
- Bombeamento de Gases por Superfícies Frias
- Medidas de volume de gases adsorvidos por carvão ativado
- Determinação de alguns pontos da isoterma de adsorção de nitrogênio em carvão ativado
- Medidas da área interna do carvão
- Demonstrações
- Operação de sistemas de vácuo
- Deposição de filmes finos
- Detecção de vazamentos em sistemas e componentes de vácuo

Parte 2 - Criogênia

- Flúidos Criogênicos
- Propriedades
- Estocagem e transferência
- Superfluidez do Hélio 4
- Histórico da Criogenia
- Transferência de Calor
- Condução em gases
- Condução em sólidos
- Radiação: Lei de Stefan-Boltzmann
- Superisolamento com N camadas refletoras
- Revisão de Termodinâmica e Fluidodinâmica
- Potenciais termodinâmicos
- Relações de Maxwell
- Equação da continuidade
- Velocidade do som
- Geração de Baixa Temperatura
- Liquefação de um gás ideal
- Expansores criogênicos
- Processos práticos de liquefação dos gases: Sistema Lynde-Hampson, Sistema de Cascata, Sistema Claude
- Liquefatores de Hélio: Sistema Collins
- O Ciclo de Stirling
- Termodinâmica da Supercondutividade
- Energia de Condensação
- Entropia
- Calor específico
- Efeito Meissner
- Teoria de London
- Modelo dos dois fluidos
- Supercondutores do tipo II
- Transferência de Calor em um Criostato de Pesquisa
- Experimento onde a taxa de evaporação do Nitrogênio líquido contido em um criostato é comparada com a previsão baseada na transferência de calor por condução e radiação
- Rendimento de um Liquefator de Hélio 4
- Experimento onde dado o diagrama Temperatura vs Entropia para o liquefator de He da Central Criogênica do IFGW é pedido o cálculo do rendimento considerando os parâmetros de operação da máquina
- Efeito Meissner
- Demonstração do efeito Meissner com a levitação de um ímã sobre pastilha supercondutora imersa em LN2

## **F 689 - Mecânica Quântica I**

### **Bibliografia:**

- "Quantum Mechanics" - Editora: John Wiley & Sons, Hermann - autores: Claude Cohen – Tannoudji, Bernard Diu, Franck Lalöe

### **Programa:**

#### Ondas e Partículas

- Ondas Eletromagnéticas e Fótons
- Partículas Materiais e Ondas de Matéria

- Descrição quântica de uma partícula : pacote de onda
- Partícula em um potencial escalar dependente do tempo

#### Ferramentas Matemáticas para Mecânica Quântica

- Função espacial de uma onda de uma partícula
- Espaço de estados. Notação de Dirac
- Representação no espaço de estados
- Equação de autovalores. Observáveis
- Produto tensorial de espaço de estados.

#### Postulados da Mecânica Quântica

- A interpretação física dos postulados no que concerne aos observáveis e as medidas
- Implicações físicas da equação de Schrödinger
- O princípio da superposição e a predição dos resultados

#### Aplicação dos Postulados a Casos Simples

- Partícula com spin 1/2: quantização do momento angular
- Ilustração dos postulados no caso do spin 1/2
- Estudo geral sobre sistemas com dois níveis

#### Oscilador Harmônico Unidimensional

- Autovalores do Hamiltoniano
- Autoestados do Hamiltoniano

#### Propriedades Gerais do Momento Angular em Mecânica Quântica

- A importância do momento angular
- Relações de comutação características do momento angular
- Teoria geral para o momento angular
- Aplicações do momento angular orbital

### **F 690 – Iniciação Científica II**

#### **Bibliografia:**

- A critério do professor orientador, conforme tema do projeto.

#### **Programa:**

- Desenvolvido individualmente de acordo com o projeto escolhido

### **F 709 – Tópicos de Ensino de Física II**

#### **Bibliografia:**

- Currículo do Estado de São Paulo – Ciências da Natureza e suas tecnologias, 1<sup>a</sup>. Ed., São Paulo, 2012
- A. Morais e A. Guerra, História e a filosofia da ciência: caminhos para a inserção de temas física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio, Rev. Bras. Ens. Fis., v.35, n.1, 2013
- S. Khan, Um mundo uma escola: a educação reinventada, Ed. Intrínseca
- S. Mitra, O furo na parede: sistemas auto-organizados em educação, Ed. Senac São Paulo
- M. Horn e H. Staker, Blended: using disruptive innovation to improve schools
- M. Pietrocola et al., Física em contextos, Ed. FTD.
- A. Maximo e B. Alvarenga, Física contexto e aplicações, Ed. Scipione.
- Diferentes publicações da revista Física na Escola e diversos vídeos disponíveis no [www.youtube.com](http://www.youtube.com) e em [www.ted.com](http://www.ted.com).

#### **Programa:**

Esta disciplina relaciona tópicos de física e de prática pedagógica voltados para o ensino fundamental e médio. Os conteúdos serão trabalhados de forma conjunta, misturando

discussões em sala de aula (2 horas/semana) com práticas fora de sala (4 horas/semana), num formato de aprendizagem baseada em projetos. Os seguintes tópicos serão trabalhados, tanto do ponto de vista conceitual quanto a partir de uma abordagem prática:

- Objetivos do ensino de Física nos níveis fundamental II e médio. O currículo de Física no Ensino Médio. Análise do currículo do Estado de São Paulo para o ensino de Física. Análise das bases curriculares nacionais para o ensino de Física. Diferenças entre objetivos e habilidades em Física. Apresentação de práticas de ensino considerando habilidades a serem adquiridas.
- A inserção de Física Moderna no ensino de Física. Física Moderna como conteúdo. Física Moderna inserida nas habilidades a serem adquiridas pelos alunos. Física Moderna no cotidiano dos alunos. Estudo de casos. Apresentação de práticas de ensino considerando a inserção de Física Moderna no ensino Médio.
- Tecnologias para educação. A internet e a revolução tecnológica na educação. Abordagens alternativas considerando o uso do computador. O conceito de mastery-learning. Os conceitos de blended-learning e sala de aula invertida. Apresentação de práticas de ensino considerando o uso de recursos tecnológicos.
- Material didático para o ensino de Física. Criação de material didático. Material escrito e experimental. Material computacional. Criação de recursos audiovisuais em sala de aula. Direitos de imagem, editoras e autores. Elementos básicos de filmagem e edição de vídeos.
- Espaços de educação não-formal. Abertura da tecnologia para a educação não-formal. Blogs e vídeos de divulgação científica. Criação de material para a educação não-formal voltado para o ensino médio.

## **F 725 - Métodos de Computação Científica II**

### **Bibliografia:**

1. W. Krauth, Statistical Mechanics: Algorithms and Computations, Oxford University Press.
2. D. P. Landau and K. Binder, A Guide to Monte Carlo Simulations in Statistical Physics, Cambridge University Press.
3. D. Frenkel and B. Smit, Understanding Molecular Simulation, Academic Press.
4. M. Tuckerman, Statistical Mechanics: Theory and Molecular Simulation, Oxford University Press

### **Programa:**

Introdução

Física Estatística de sistemas de muitos corpos clássicos

Simulação atomística aplicada a sistemas de muitos corpos clássicos

Método Monte Carlo (MC)

Método de Dinâmica Molecular (DM)

Aspectos técnicos gerais: condições de contorno

Aspectos técnicos de MC: Algoritmo de Metropolis

Aspectos técnicos de MC: Amostragem de diferentes ensembles.

Aspectos técnicos de DM: Equações de movimento para diferentes ensembles.

Aspectos técnicos de DM: Integração numérica das equações de movimento.

Aplicação do método MC: Transição de fase no Modelo de Ising 2D.

Transição de fase no Modelo de Ising 2D: Algoritmo de cluster de Wolff

Aplicação do método MD: Transições de fase no Modelo Lennard-Jones.

Cálculo de energia livre através de métodos MC e DM.

Simulação de processos fora do equilíbrio.

Cálculo de energia livre através de processos fora do equilíbrio.

Métodos MC aplicados a sistemas quânticos: Introdução.

Métodos para o estado fundamental: MC variacional.

Aplicações

Métodos para o estado fundamental: MC de difusão.

Aplicações

Sistemas quânticos a temperatura finita: Integrais de trajetória.

Integrais de trajetória para bósons idênticos.

Amostragem MC de integrais de trajetória para bósons idênticos.

Aplicação: Bósons não-interagentes numa armadilha harmônica.

Simulação de sistemas de férmions idênticos.

Problema do sinal.

Integrais de trajetória para sistemas fermiônicos

Resumo e perspectivas

### **F 730 - Instrumentação III**

#### **Bibliografia:**

- S.L. Squires, Practical Physics, Cambridge University Press
- LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. O laboratório didático a partir da perspectiva a partir da Perspectiva da Multimodalidade Representacional. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 3, p. 721-734, 2011
- NARDI, Roberto; ALMEIDA, Maria José P. M. Investigação em Ensino de Ciências no Brasil segundo pesquisadores da área: alguns fatores que lhe deram origem. *ProPosições*, v. 18, n.1 (52) -2007. 213-226.
- C.H. Crouch et al., Classroom demonstrations: learning tools or entertainment?, *Am. J. Phys.*, v.72, n.6, 2004
- K. Miller et al., Role of physics lecture demonstrations in conceptual learning, *Phys. Rev. St Phys. Educ. Res.*, v.9, 020113, 2013

#### **Programa:**

Desenvolvido individualmente de acordo com o projeto escolhido

### **F 740 - Métodos da Física Experimental III**

#### **Bibliografia:**

- Experiments in Modern Physics - A. C. Melissinos

#### **Programa:**

Serão realizados experimentos sobre :

- Efeito Hall

- Determinação da densidade de portadores num semicondutor entre 100 K e 300 K através do

efeito Hall

Relação  $e/m$

- Determinação da relação  $e/m$  para o elétron pela experiência de Bush.- Constante de Planck

- Obtenção do valor da constante de Plank através do efeito fotoelétrico.

Experiência de Millikan

Raios  $\gamma$

- Calibração de um espectrômetro de raios  $\gamma$ .

Emissão Termoiônica

### **F 749 - Engenharia de Materiais Estruturados e Dispositivos**

#### **Bibliografia:**

Chikazumi: Physics of magnetism.

Cullity: Introduction to magnetic materials.

J.L. Dormann, D. Fiorani, E. Tronc, /Magnetic Relaxation in Fine-Particle Systems/, Advances in Chemical Physics, \*98\*, 283-494 (1997).

A.P. Guimarães: Principles of nanomagnetism.

**Programa:**

Exemplos de diferentes materiais nanoestruturados: filmes finos, nanopartículas, nanofios, nanoestruturas ordenadas.

Técnicas de fabricação de nanoestruturas de interesse. Métodos físicos de deposição, métodos químicos de deposição, métodos eletroquímicos, técnicas de litografia (ótica e eletrônica), nanoestruturação por feixe de íons.

Técnicas de caracterização de nanoestruturas de interesse. Técnicas de microscopia: eletrônica de varredura e tunelamento, microscopia de força atômica e magnética. Raios-X e magnetometria.

Nanomagnetismo. Ordem magnética, anisotropia magnética (cristalina, de forma, magnetoelástica), domínios magnéticos, modelo de Stoner-Wholfarth, superparamagnetismo, interações magnéticas em nanoestruturas, vidros de spin.

Propriedades físicas de interesse oriundas da nanoescala: Transporte eletrônico, propriedades mecânicas, magnéticas, magnetotransporte.

Aplicações tecnológicas: catálise, sensores, gravação e transporte de informações, *spintrônica*, semicondutores magnéticos, sistemas biológicos, computação quântica.

Técnicas de fabricação de alguns dispositivos, multifuncionalidade, sistemas nanoestruturados híbridos e funcionalização de nanoestruturas para aplicações específicas.

**F 751 – Imagens Médicas com Radiação Não-Iônizantes**

**Bibliografia:**

- Essentials of Ultrasound Physics – James A. Zagzebski, Mosby Year Books

- Principles of Magnetic Resonance Imaging – Zhi-Pei Liang & Paul C. Lauterbur – IEEE Press

**Programa**

- Geração e propagação de ultra-som

- Limites de resolução e artefatos

- Medidas de fluxo Doppler

- Processamento de sinais

- Efeitos biológicos e segurança

- Fundamentos da Ressonância Magnética

- Geração de sinais e detecção

- Sistema de Spins nucleares magnetizados. Excitações via pulsos de rádio-frequência (RF).

Precessão livre e relaxação. Detecção de sinais

- Sequências de pulso: características

- Free Induction Decay. Ecos de RF. Ecos de gradiente

- Localização de sinais e reconstrução de imagens

- Seleção de fatia. Codificando informação espacial. Métodos básicos de imagens. Espaço dos k. Reconstrução por transformada de Fourier. Reconstrução por transformada de Radon.

- Contraste. Reconstrução, Ruid. Artefatos

- Técnicas para imageamento rápido

- Fast Spin-Echoe. Fast Gradiente-Echoe. Echoe-Planar imaging. Burst Imaging

**F 752 – Ressonância Magnética Aplicada à Medicina**

**Bibliografia:**

- Principles of Magnetic Resonance Imaging – Zhi-Pei Liang & Paul C. Lauterbur – IEEE Press

- Magnetic Resonance Imaging – E.ç Mark Haacke et AL – Wiley

- In Vivo NMR Spectroscopy – Robin de Graad – Wiley

**Programa:**

Fundamentos da Ressonância Magnética

- Aspectos históricos
- Equipamentos de RM, magneto principal, sistemas de gradientes, sistema de RF
- Efeitos fisiológicos e questões de segurança

Geração de Sinais e Detecção

- Sistemas de spins nucleares magnetizados. Excitações via pulsos de radiofrequência (RF), Precessão livre e relaxação. Detecção de sinais

Sequência de Pulso: Características

- Free Induction Decay, Ecos de gradientes

Localização de Sinais e Reconstrução de Imagens

- Seleção de fatia. Codificando informação espacial. Métodos básicos de imagens. Espaço dos k. Reconstrução por transformada de Fourier. Reconstrução por transformada de rádio

Contraste. Resolução. Ruído e Artefatos

Técnicas de Imageamento rápido

- Fast Spin-Echo, Fast Gradient – Echo, Echo-Planar Imaging

Sequências de Pulso e Contrastes Dinâmicos

Fundamentos de Espectroscopia por Ressonância Magnética

- Deslocamento químico, FID e espectro. Sequência de Pulso'

**F 755 – Física Aplicada à Medicina e Biologia I**

**Bibliografia:**

- Intermediate Physics for Medicine and Biology – 4ª. Ed. (2007) – Springer Russell K. Hobbie and Bradley J. Roth

**Programa:**

Mecânica

- Distâncias e tamanhos
- Forças, equilíbrio, equilíbrio translacional e rotacional
- Força no tendão de Aquiles
- Forças nos quadris
- Uso de uma bengala
- Trabalho
- Estresse, tensão e cisalhamento
- Hidrostática
- Flutuabilidade, compressibilidade, viscosidade
- Fluxo viscoso em um tubo
- Trabalho pressão-volume
- O sistema circulatório humano
- Fluxo turbulento e o número de Reynolds

Crescimento e decaimento exponencial

- Crescimento exponencial
- Decaimento exponencial
- Caminhos de decaimento múltiplos
- A equação logística

Sistemas de muitas partículas

- Moléculas de gás em uma caixa
- Microestados e macroestados
- A primeira lei da Termodinâmica
- Equilíbrio térmico

- Entropia
  - O fator de Boltzmann
  - A equação de Nernst
  - Variação da pressão na atmosfera
  - Equipartição de energia e movimento browniano
  - Calor específico
  - Potencial químico
  - Sistemas que podem intercambiar volume
  - Variáveis extensivas e forças generalizadas
  - A relação termodinâmica geral
  - Energia livre de Gibbs
  - O potencial químico de uma solução
- Transporte em um meio infinito
- Fluxo, fluência e continuidade
  - Arrasto de solvente
  - Movimento browniano
  - Movimento de um gás: caminho livre médio e tempo de colisão
  - Movimento de um líquido
  - Difusão (1ª. e 2ª. leis de Fick, relação de Einstein entre difusão e viscosidade)
  - Soluções independentes do tempo
  - Drift e difusão em uma dimensão
  - Solução geral para a concentração de partículas como função do tempo
  - Difusão como um passeio aleatório
- Transporte através de membranas neutras
- Membrana
  - Pressão osmótica em um gás ideal
  - Pressão osmótica em um líquido
  - Transporte de volume através de uma membrana
  - Transporte de soluto através de uma membrana
  - Transporte contra-corrente
  - Modelo contínuo para transporte de volume e soluto em um poro
- Impulsos em células nervosas e musculares
- Fisiologia das células nervosas e musculares
  - Lei de Coulomb, superposição, campo elétrico, lei de Gauss
  - Diferença de potencial
  - Condutores, capacitores, dielétricos
  - Corrente, lei de Ohm, circuitos simples
  - Distribuição de carga na célula nervosa em repouso
  - O modelo do cabo para um axônio
  - Eletrônus ou propagação passiva
  - O modelo de Hodgkin-Huxley para a corrente de membrana
  - Variação de voltagem em um axônio space-clamped
  - Propagação do impulso nervoso
  - Fibras mielinadas e condução saltatória
  - Capacitância de membrana
  - Atividade elétrica rítmica
  - Relação entre capacitância, resistência e difusão

## **F 758 - Radiobiologia e Radioproteção**

### **Bibliografia:**

#### Referências básicas:

- Notas de aula disponíveis pelos professores responsáveis.
- International Atomic Energy Agency (IAEA), Radiation biology: a handbook for teachers and students (disponível online em [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TCS-42\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TCS-42_web.pdf))

#### Referências Complementares:

- Eric Hall, Amato Giaccia, Radiobiology for the radiologist, 6th edition
- Edward L. Alpen, Radiation Biophysics, Academic Press, 2nd edition Jacob Shapiro, Radiation protection – a guide for scientists and physicians, Harvard Univ. Press, Cambridge, 1990
- Portarias e resoluções da CNEN
- Relatórios da NCRP

#### **Programa:**

- Grandezas e unidades utilizadas em radiobiologia e proteção radiológica. Exposição, dose absorvida e kerma no ar. Dose equivalente e dose coletiva.
- Radioquímica. Efeitos diretos e indiretos da radiação. Radiólise da água. Valor G.
- Radiobiologia molecular. Efeitos da radiação no DNA. Aberrações cromossômicas. Mecanismos de morte celular e hipótese clonogênica. Curva de sobrevivência celular. Teoria de alvos para a sobrevivência celular. Modelos moleculares para morte celular. Reparo de dano celular. Dano letal, dano potencialmente letal e dano subletal.
- Fatores que modificam a resposta da radiação. Sensibilidade do ciclo celular à radiação. O papel da água. Efeito do oxigênio e reoxigenação. Radioprotetores.
- Efeitos da radiação em tecidos normais. Respostas agudas e tardias. Radiação de corpo inteiro.
- Radiobiologia de tumores. Cinética de tumores. Relação dose-resposta. Razão terapêutica. Reoxigenação.
- Carcinogênese da radiação. Efeitos estocásticos. Riscos relativos e absolutos.
- Efeitos hereditários da radiação. Mutações devido à radiação. Efeitos da radiação no embrião e no feto.
- Efeitos da radiação de alto LET. Efeito biológico relativo (RBE). Relação entre RBE e LET. Carcinogênese devido a alto LET.
- Radiação ionizante e saúde pública. Histórico. Formulação de padrões para proteção radiológica. Achados médicos sobre humanos expostos à radiação. Fontes de exposição para a população.
- Princípios de proteção radiológica. Significado de níveis de radiação externos. Exposição a fontes de radiação interna. Alguns cálculos simples em proteção radiológica. Raios X. Aceleradores de partículas
- Cálculos de dose de radiação. Dose de radionuclídeos emissores beta internos ao corpo. Dose de radiação beta. Cálculo de dose absorvida de emissores gama. Cálculo de dose para alguns núclídeos específicos.
- Normas de proteção radiológica. A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). A Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP). O Conselho Nacional de Proteção Radiológica dos EUA (NCRP).
- Planejamento de instalações radioativas. Características da fonte de radiação. Características do local de trabalho.
- Cálculo de blindagens. Carga de trabalho. Fatores de uso e ocupação. Feixe primário. Feixe espalhado. Feixe de fuga. Inspeção durante a construção.
- Medida de radiação. Uso de detectores Geiger-Müller. Medindo taxas de dose de radiação. Medindo doses acumuladas por longos períodos. Monitoração de área. Métodos de Monitoração individual.

- Proteção radiológica em instalações médicas. Radiologia diagnóstica. Radioterapia. Medicina nuclear. Laboratórios que usam fontes seladas. Planejamento e licenciamento de instalações radioativas. Radiologia diagnóstica. Radioterapia.- Levantamento radiométrico. Instrumentação. Metodologia de medidas. Análise de resultados e classificação de áreas.
- Procedimentos e equipamentos de proteção para radiologia diagnóstica. Proteção para operadores. Proteção para pacientes.
- Normas para radiologia diagnóstica e radioterapia. Doses encontradas em radiologia diagnóstica. Aspectos importantes de proteção radiológica em radioterapia. Tipos de fontes de radiação. Teleterapia e braquiterapia. Controles necessários.

**Objetivos:**

Apresentar os efeitos da radiação ionizante no tecido biológico, com foco no tecido humano e com aplicações ao tecido tumoral. Discutir os princípios de proteção radiológica e formular os padrões para proteção radiológica. Apresentar as normas de proteção radiológica e planejamento de instalações radioativas.

**Crítérios de Avaliação:**

4 provas (P), sendo 2 provas de radiobiologia e 2 de radioproteção. A nota de aproveitamento (NA) é calculada a partir da média aritmética entre as 4 provas. Caso NA seja menor que 7,0, então a nota final (NF) é  $NF = (NA + E)/2$ , onde E é a nota do exame. Caso NA seja maior que 7,0,  $NF = NA$ .

**F 789 - Mecânica Quântica II**

**Bibliografia:**

- “Quantum Mechanics” - Editora: John Wiley & Sons, Hermann  
autores: Claude Cohen - Tannoudji, Bernard Diu, Franck Lalöe

**Programa:**

Partícula em um Potencial Central. O Átomo de Hidrogênio

- Estados estacionários de uma partícula em um potencial
- Movimento do centro de massa e movimento relativo para um sistema de duas partículas idênticas
- O átomo de hidrogênio

Teoria Quântica do Espalhamento por um Potencial – Aproximação

- Estados estacionários de espalhamento
- Cálculo da seção de choque
- Espalhamento por um potencial central
- Método das ondas parciais

Spin do Elétron

- Propriedades especiais do momento angular 1/2
- Descrição não relativística de uma partícula com spin 1/2
- Adição de Momentos Angulares
- Adição de dois spins 1/2 - método elementar
- Adição de dois momentos angulares arbitrários – método geral

Teoria da Perturbação Estacionária

- Descrição do método
- Perturbação de um nível não-degenerado
- Perturbação de um nível degenerado

A Estrutura Fina e Hiperfina do Átomo de Hidrogênio

- Termos adicionais no Hamiltoniano
- A estrutura fina no nível  $n = 2$
- O efeito Zeeman da estrutura fundamental do estado 1s

Métodos Aproximados para Problemas Dependentes do Tempo

- Solução aproximada da equação de Schrödinger
  - Um caso particular importante : perturbação senoidal ou constante
- Sistema de Partículas Idênticas
- Operadores de permutação
  - O postulado de simetrização

## **F 790 - Ferramentas para Processamento de Sinais e Imagens Médicas**

### **Bibliografia:**

- 1) Rafael C. Gonzales, Richard E. Woods. Processamento Digital de Imagens. Tradução: Cristina Yamagami, Leonardo Piamonte; Revisão técnica: Marcelo A. C. Vieira, Maurício C. Escarpinati, Pearson Prentice Hall, 2010. ISBN 978-85-7605-401-6.
- 2) Hélio Pedrini, William R. Schwartz. Análise de Imagens Digitais: Princípios, Algoritmos e Aplicações. Thomson, 2008. ISBN 978-85-221-0595-3.
- 3) Russell K. Hobbie and Bradley J. Roth. Intermediate physics for medicine and biology. 4a ed. Springer-Verlag, 2007.
- 4) Press WH et al. Numerical Recipes in C: The Art of Scientific Computing, 2a ed. Cambridge University Press, 1992.
- 5) Charles L. Epstein. Introduction to the mathematics of medical imaging. Pearson Education, Upper Saddle River, 2003. ISBN 0-13-067548-2.

### **Programa:**

- Percepção visual humana
  - Luz
  - Percepção da Luz: Percepção acromática; Percepção cromática
  - O sistema visual humano
  - Visão monocromática, dicromática e tricromática
  - Representação de cor
- Imagem digital
  - Amostragem e quantização
- Processamento de imagem
  - Transformações de nível de cinza
  - Histograma
  - Operações lógicas/aritméticas, limiarização
- Transformada de Fourier contínua e discreta
  - Série de Fourier
  - Transformada de Fourier
  - Transformada de Fourier discreta
  - Teorema de Nyquist e aliasing
  - Transformada inversa
  - Convolução
  - FFT
- Filtragem de imagens
  - Filtragem espacial - convolução discreta
  - Filtragem no domínio da frequência
  - Filtros não-lineares (filtros estatísticos de ordem, morfologia matemática)
- Transformações geométricas
  - Transformações espaciais
  - Interpolação de nível de cinza
- Reconstrução de imagens através de projeções
  - Retroprojeção
  - Retroprojeção filtrada

- Métodos de Fourier
- Transformada de Radon inversa
- Considerações práticas – amostragem

### **F 809 – Instrumentação Para Ensino**

#### **Bibliografia:**

- S.L. Squires, Practical Physics, Cambridge University Press
- LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. O laboratório didático a partir da perspectiva a partir da Perspectiva da Multimodalidade Representacional. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 3, p. 721-734, 2011
- NARDI, Roberto; ALMEIDA, Maria José P. M. Investigação em Ensino de Ciências no Brasil segundo pesquisadores da área: alguns fatores que lhe deram origem. **ProPosições**, v. 18, n.1 (52) -2007. 213-226.
- C.H. Crouch et al., Classroom demonstrations: learning tools or entertainment? **Am. J. Phys.**, v.72, n.6, 2004
- K. Miller et al., Role of physics lecture demonstrations in conceptual learning, **Phys. Rev. St Phys. Educ. Res.**, v.9, 020113, 2013

#### **Programa:**

Desenvolvido individualmente de acordo com o projeto escolhido

### **F 830 – Instrumentação IV**

#### **Bibliografia:**

- À critério do professor orientador

#### **Programa:**

- Desenvolvido individualmente de acordo com o projeto escolhido pelo estudante.

### **F 837 – Laboratório de Física Médica**

#### **Bibliografia:**

- Experiments in Modern Physics – Melissinos, Academic Press
- Radiation Detection and Measurement – Knoll G. Ed. John Wiley and Sons
- The physics of Radiology – Johns, H.E – Ed. Springfield
- Data Reduction and Error Analysis for the Physical Sciences – Philip Bevington e D. Keith Robinson, McGraw-Hill
- Introduction to Radiological Physiocs and radiation Dosimetry – Frank Herbert Attix. John Wiley
- Tratamento Estatístico de Dados em Física Experimental – Otaviano A.M. Helene, Vito R. Vanin – Ed. Edgard Blucher

#### **Programa:**

Fontes radioativas e detectores de radiação

- Fontes alfa, beta e gama
- Det. Geiger Muller
- Det. Cintilador
- Semicondutores

Dosimetria e proteção radiológica

- Dosímetros termoluminescentes
- Câmaras de ionização
- Raio-X

Estrutura da matérias e interação da radiação com a matéria

- Espalhamento-Compton
- Efeito fotoelétrico

- Difração de raio-X
- Caracterização de feixes de raio-X
- Fluorescência
- Ativação por neutrons

## **F 838 - Métodos da Física Experimental VII**

### **Bibliografia:**

- Elements of X-Ray Diffraction - B.D. Cullity - Addison-Wesley Publ. Co., Inc. Reading, Mass. 1978.
- *X-Ray Diffraction* - B.E. Warren - Dover Publications, Inc., New York. 1990.
- Elements of X-Ray Crystallography - L.V. Azároff McGraw-Hill Book Co. New York, 1992.

### **Programa:**

#### Simetria das Redes Cristalinas – Métodos Gráficos em Cristalografia

- Teoria: Elementos de simetria. Redes de Bravais  
Projeção estereográfica. Projeção standard de cristais cúbicos.
- Prática: Métodos gráficos. Obtenção de projeções estereográficas por métodos computacionais

#### Produção de Raios X – Interação da Radiação com a Matéria

- Teoria: Fontes de raios X convencionais: tubos de raios X.  
Emissão e absorção de raios X. Espectro característico.  
Índice de refração. Relações de dispersão (Kramers-Krönig).  
Polarização dos raios X. Fator de espalhamento atômico.  
Fontes de raios X não convencionais: radiação de síncrotron.  
Monocromadores.
- Prática: Obtenção do espectro de emissão de um tubo de raio X.  
Experiência de absorção de raio X. Comprovação da lei de Moseley.

- Teoria: Espaço recíproco. Planos, pontos e direções no espaço real e no espaço recíproco.  
Índice de Miller.  
Difração por uma rede de átomos em uma, duas e três dimensões.  
Condições de Laue. Esfera de Ewald. Lei de Bragg.  
Cálculo de fatores de estrutura.
- Prática: Experiência de Laue. Indexação do diagrama de difração de um cristal cúbico.  
Orientação de cristais pelo método de Laue.

#### Métodos Experimentais – Difração por Sólidos Cristalinos

- Teoria: Direções de difração no espaço recíproco. Difração com radiação monocromática e registro do espaço de difração de um monocristal.  
Método difratométrico para estudar perfeição em cristais e estrutura de filmes finos.  
Difração por materiais policristalinos. Método de Debye Scherrer. Indexação de um difratograma de pó. Análise química qualitativa. Determinação de parâmetros de rede.
- Prática: Experiência de Debye-Scherrer. Análise química qualitativa.  
Identificação de compostos cristalinos.

#### Determinação de Estruturas Cristalinas

- Teoria: Aplicações de análise de Fourier dos espectros de difração de raios X. Mapas de densidade eletrônica. Função de Patterson.  
Determinação das Fases. Determinação de estruturas a partir de dados de cristal único.  
Refinamento de estruturas a partir de dados de difração de pó. Método de Rietveld.

- Prática: Simulação de espectros de difração de pó a partir das coordenadas atômicas de um composto com estrutura conhecida. Refinamento de parâmetros de rede usando dados de difração de pó através do método de Rietveld.

Espalhamento Difuso de Raios X – Estrutura da Matéria Desordenada

- Teoria: Espalhamento de raios X a baixos ângulos (SAXS). Métodos de Fourier. Teoria de Guinier.

Determinação do raio de giro de poros ou partículas. Teoria de Porod. Estudo de estruturas fractais.

Espalhamento por polímeros. Aplicações a sistemas biológicos: estudo de macromoléculas em solução.

Aplicações a sistemas inorgânicos: estudo de partículas em sólidos amorfos.

- Prática: Experiência de espalhamento de raios X por materiais porosos ou particulados.

Análise das curvas de espalhamento determinação do raio de giro dos espalhadores.

### **F 839 - Métodos da Física Experimental VI**

#### **Bibliografia:**

- Fundamentos de Física 1 - 3ª edição - Livros Técnicos e Científicos (Rio de Janeiro)
- Geometric Optics - An Introduction - Allen Nussbaum, McGraw-Hill International Editions .
- Fundamentals of Optics - F. A Jenkins, H. E. White, McGraw-Hill International Editions Auckland, 4th edition (1981).
- Introduction to Modern Optics - Grant R. Fowles, Holt, Rinehart and Winston 2nd. Edition (1975).
- Principles of Optics - M. Born E. Wolf, Pergamon Press Oxford, 5th edition (1975).
- Optical Properties of Thin Solid Films - <sup>o</sup> S. Heavens, Dover Publications, Inc. New York (1991).

#### **Programa:**

Óptica geométrica

- Conceitos gerais: refração lente fina, pontos e planos cardinais, equação geral da lente
- Composição de lentes finas
- Matrizes em óptica
- Diafragmas: pupila de entrada e de saída, abertura e campo

Propagação da Luz

- Ondas harmônicas planas
- Representação complexa. Onda plana em 3D.
- Operadores vectoriais. Algumas operações na formulação complexa.
- Velocidade de grupo
- Efeito Doppler.

Natureza Vetorial da Luz

- Equações de Maxwell. Equação da onda.
- Ondas harmônicas. Equação de Helmholtz
- Índice de refração complexo. Ondas homogêneas e inhomogêneas
- Equações de Maxwell e relações vectoriais.
- Vector de Poynting
- Polarização
- Reflexão e Refração. Ângulo de Brewster.
- Reflexão total. Ondas evanescentes.

Coerência e Interferência

- Experimentos de Yong
- Interferômetros de Fabry-Perot e de Michelson
- Coerência temporal e espacial

- Espectroscopia de Transformada de Fourier
- Difração
- Fundamentos matemáticos
  - Formulação de Fresnel-Kirchhoff
  - Princípio de Babinet
  - Aproximação de Fraunhofer e Transformação de Fourier
  - Processamento de imagens: Dupla T. de Fourier, Filtragem de frequências e
- Reconhecimento de imagens
- Holografia
- Fundamentos matemáticos
  - Materiais fotossensíveis
  - Reconstrução holográfica de ondas de luz
  - Capacidade dos sistemas de registro
  - Conteúdo de informação de uma imagem:
  - Teorema de Amostragem
- Óptica de Sólidos
- Propagação da luz em sólidos isotrópicos
  - Propagação da luz em dielétricos isotrópicos absorventes
  - Propagação da luz em meios condutores
  - Propagação da luz em meios anisotrópicos
  - Óptica não linear
  - Seis experimentos selecionados entre os abaixo relacionados, para serem realizados em equipes de 2 pessoas:
- Efeito Doppler
- Medida de vibrações
- Índice de Refração em Sólidos
- Método de desvio mínimo
  - Método de Brewster
  - Método da reflexão total/refratometria
- Filmes Finos
- Método espectrofotométrico
  - Método de Abélès
- Fibra Óptica
- Caracterização de fibra monomodo
- Interferômetro de Michelson
- Medida de distâncias
  - Dupleto de sódio
  - Largura espectral e comprimento de coerência de fontes diversas
- Difração
- Experimento de Young
  - Redes de difração
- Transformação de Fourier pelas Lentes
- Filtragem de frequências espaciais
  - Processamento de imagens
- Holografia
- Registro holográfico em cristais fotorrefrativos
  - Medida de vibrações por holografia interferométrica em média temporal
- Meios Anisotrópicos
- Determinação dos eixos ópticos em materiais birrefringentes medida da birrefringência

Efeito Pockels

- Medida de coeficiente eletro-óptico

## **F 840 - Métodos da Física Experimental IV**

### **Bibliografia:**

Experiência 1

1) F. A. Jenkins and H.E. White "Fundamentals of Optics"

2) Grant R. Fowles "Introduction to Modern Optics"

3) Ernest E. Wahlstrom "Cristalografia Óptica"

4) Qualquer texto que tenha Física e Geométrica

Experiência 2

1) Grant R. Fowles "Introduction to Modern Optics"

2) M. Born and E. Wolf "Principles of Optics"

Experiência 3

1) E. A. Oliveira et al "Alinhamento Interferométrico de sistemas ópticos" Rev. Fís. Apl. e Instrumentação, Vol. 1(1985)

2) Daniel Malacara "Optical Shop Testing" Wiley 1978

3) J. W. Goodman "Introduction to Fourier Optics"

4) Jaime Frejlich "Transformada de Fourier Pelas Lentes "(no LF22 com o Costa)

### **Programa:**

Experiência 1

- Medidas de índice de Refração e Birrefringencia

Em ambos os métodos as medidas são feitas usando-se goniômetro (medidor de ângulos).

Este instrumento é composto de um colimador, um autocolimador e um microscópio para leitura do

disco graduado.

Como fontes de luz serão usadas uma lâmpada de Sódio e um laser de He-He.

Usaremos dois prismas como amostras para medidas dos índices.

Birrefringência

Inicialmente este fenômeno será observado em um cristal de calcita  $\text{CaCO}_3$ .

Usando-se um laser de He-He, outras fontes de luz, polarizadores e analisadores deverão ser observados e medidos o seguinte:

- A birrefringência da Calcita

- As polarizações dos feixes ordinário e extraordinário

- A direção do eixo óptico

- Um dos índices de refração

A direção do eixo óptico também será determinada por Raio X na segunda parte do curso.80

Experiência 2 - Metrologia óptica

Objetivos: Alinhar o Interferômetro de Michelson.

Usando o Interferômetro fazer as seguintes medidas:

- Encontrar as franjas de interferência usando laser de He-Ne.

Calibrar o micrometro deslocador de caminho óptico.

- Usar a lâmpada de sódio.

- Medir a separação entre as linhas do sódio.

- Usar uma lâmpada de filamento como fonte de luz.

- Medir o comprimento de coerência da fonte de filamento com filtros interferenciais.

- Medir o comprimento de coerência da fonte sem filtros.

Experiência 3 - Expansão e Colimação de um Feixe Laser

Filtragem Espacial e "Óptica de Fourier"

Objetivos: Usar lentes para construir um telescópio expensor de feixe para um laser de He-Ne

de baixa potencia (1 mW).

Colimar o feixe expandido usando um interferômetro de placa plano-paralela.

Filtrar o feixe expandido usando um "pinhole".

Observar o padrão de difração de varias aberturas e mascaras.

Processar o padrão de difração para recuperar o objeto.

## **F 849 - Instrumentação Científica**

### **Bibliografia:**

"Modern Instrumentation for Scientists and Engineers" James A. Blackburn

"Eletrônica Analógica Essencial para Instrumentação Científica" Ademarlaudo F. Barbosa

"The Art of Electronics" P. Horowitz e W. Hill

"Eletrônica - Dispositivos e Circuitos" J. Millman e C.C. Halkias

"Eletrônica" A. P. Malvino

"Dispositivos Eletrônicos e Teoria de circuitos" R. L. Boylestad e L. Nashelsky

"Microeletrônica" Adel S. Sedra e K. C. Smith

### **Programa:**

Aquisição de medidas experimentais eletronicamente: conversão de medidas experimentais em sinais elétricos (corrente ou tensão), medidas de corrente, medidas de tensão, amplificadores, conversão de corrente em tensão, amplificadores "lock-in", conversão de sinal analógico em digital, comunicação entre sistemas de aquisição e computadores, protocolos de comunicação, programas para controle de experimentos e aquisição de dados.

Conversão de medidas experimentais em sinais elétricos:

1. O que são sensores transdutores;
2. Sensores de Temperatura;
3. Sensores de Luz;
4. Sensores de Campo Magnético;
5. Sensores de Conformação Mecânica;
6. Sensores de Pressão;
7. Sensores de Deslocamento;
8. Sensores de Rotação.

Amplificadores operacionais:

1. Amplificador operacional inversor e não inversor;
2. Conversão de corrente em tensão;
3. Operações matemáticas usando amplificador operacional;
4. Filtros ativos.

Geradores de onda usando amplificadores operacionais:

1. Base de tempo para medidas experimentos;
2. Gerador de onda quadrada simétrica e assimétrica;
3. Gerador de onda senoidal usando ponte de Wien.

Medidas de sinais elétricos:

1. Conversão de sinal analógico em digital;
2. Medidas de tensão;
3. Medidas de corrente;
4. Medidas de sinais elétricos usando amplificador "lock-in".

Comunicação entre sistemas de aquisição e computadores:

1. Comunicação serial RS232;
2. Comunicação serial TCP/IP.

Programas para controle de experimentos e aquisição de dados:

1. Exemplos de linguagens de comunicação para controle de experimentos e aquisição de dados;

## 2. Introdução à linguagem de comunicação aberta TCL/TK.

Parte experimental

Projeto e montagem de um sistema de medida de uma grandeza física como, por exemplo, temperatura. Esta atividade será desenvolvida ao longo do curso segundo os conceitos introduzidos.

### **F 852 - Física da Radiologia**

#### **Bibliografia:**

1. The essential physics of medical imaging – J. T. Bushberg, J. A. Seibert, E. M. Leidholdt Jr., J. M. Boone, 3 ed,
2. Physics for Diagnostic Radiology. P. P. Dendy e B Heaton
3. Essentials of Ultrasound Physics - James A. Zagzebsk
4. The physics of radiology – H. E. Johns, J. R. Cunningham
5. The Physical Principles of Medical Imaging – P. Sprawls  
(<http://www.sprawls.org/ppmi2/>)

Radiodiagnóstico Médico – Segurança e desempenho de equipamentos – Publicação da ANVISA (2005)

#### **Programa:**

- Produção de raios X e sua interação com a matéria, parâmetros que quantificam a qualidade de um feixe de raios X
- Formação da imagem radiográfica; detectores de imagens analógicos e digitais
- Modalidades de imagens radiográfica: radiologia geral, mamografia, fluoroscopia, imagens por dupla energia
- Modalidades de imagens tridimensionais: tomografia e tomossíntese
- Métricas para avaliação da qualidade da imagem.
- Protocolo de controle de qualidade em radiologia
- Imagens usando Ultrassom. Interação do Ultrassom com a matéria. Modos de aquisição de imagem. Ultrassom Doppler

### **F 853 - Física da Medicina Nuclear**

#### **Bibliografia:**

- Physics in Nuclear Medicine – James A. Sorenson & Michael e Phelps – WB Saunder Company – 2ª. Edição
- Probability, Randon Variables and Stochastic Processes – Athanasios Papoulis – Mc Graw-Hill International Editions – 3ª. edição

#### **Programa:**

Introdução: Grandezas e Unidades

Decaimento radioativo. Amostras compostas

Detectores

- Cintiladores orgânicos. Cintiladores inorgânicos

Espectrometria

- NaI, BGO, cintiladores líquidos. Espectro ideal X espectro real. Resolução e linearidade

Estatística aplicada à medicina nuclear

- Introdução à teoria das probabilidades. Médias e varianças. Distribuições. Desvio padrão E variança. Erros e sua propagação. Influência da radiação de fundo. Amostragem . Estimativas (tempo, atividade). Testes de hipótese.

Produção de radionuclídeos

- Métodos conencionais. Mini-ciclotrons

Dosimetria interna

- Dose, dose acumulada, fracionamento. Teoria de compartimentos (MIRD)
- Instrumentação em medicina nuclear
  - Analisadores de altura de pulso: monocanais (SCA), multicanais (MCA). Ratemeters e Contadores digitais. Fontes de HV
- Influências na detecção e Medidas de radiação
  - Eficiência. Absorção e espalhamento. Calibração. Tempo morto
- Sistema de contagem
  - Poço (NaI, gás). Contadores cintiladores (inorgânicos e orgânicos). Controle de qualidade
- Câmaras de cintilação
  - Subsistemas, Calibrações.
- Modos de funcionamento
  - Estático. Dinâmico. Varredura. Tomográfico
- Qualidade de imagem em medicina nuclear
  - Influências devido a problemas com a calibração de energia, uniformidade e não linearidade.
    - Problemas com o desempenho. Controle de qualidade.
- Tomografia em medicina nuclear
  - Princípios. Sistemas e dispositivos. Algoritmos de reconstrução utilizados em medicina Nuclear (SPECT). Influência dos filtros. Influência da atenuação. Centro de rotação.
    - Problemas com o desempenho. Controle de qualidade.
- Tomografia por emissão de Positrões
  - Princípios. Sistemas e dispositivos (PET, câmaras de coincidência, câmaras colimadas). Algoritmos de reconstrução utilizados em medicina nuclear (PET). Influência da Atenuação e espalhamento. Problemas com o desempenho. Controle de qualidade.

## **F 854 - Física em Radioterapia**

### **Bibliografia:**

- The Physics of radiotherapy – Faiz M. Khan
- The Physics of Radiology – H.E.Johns e J. R. Cunningham – C.C>Thomas Publishers
- The Physucs of Three-Dimensional Radiation Therapy – S. Webb

### **Programa:**

- Produção e qualidade dos raios-X
  - O tubo de raios-X. A Física de produção de raios-X. Espectro de energia. Filtros. Camadas semicondutoras. Medidas de energia.
- Aparelhos de radioterapia
  - Orto voltagem. Gerador Van de Graaff, Betatron, Microton, Ciclotron, Cobalto, Partículas pesadas. Mésons. Acelerador linear
- Distribuição de dose produzida por um feixe de fótons
  - Phantom. Funções usadas em cálculo de dose. Curvas de isodose. Fatores que influenciam na distribuição de dose
- Um sistema de cálculos de dose para a teleterapia
  - Parâmetros utilizados no cálculo. Aplicações práticas. Campos irregulares. Programas de computador.
- Planejamento de tratamento I: distribuição de isodose
  - Filtros de cunha. Combinação de feixes estacionários. Técnica rotatória. Especificação da dose no volume alto.
- Planejamento de tratamento II: dados do paciente e posicionamento.
  - Aquisição de dados anatômicos do paciente. Simulação do tratamento. Verificação do tratamento. Correção de irregularidades de contorno do paciente. Correção para heterogeneidade dos tecidos. Dose na interface entre estruturas de composições

químicas diferentes. Posicionamento do paciente para o tratamento.

Planejamento de tratamento III: Colimação especial, dose na pele e separação de febres

- Técnica de colimação de feixe. Campos adjacentes

Técnicas especiais de radioterapia.

- Radioterapia estereotáxica, radioterapia de intensidade modulada, radioterapia inversa.
- Algoritmos computacionais para cálculo de distribuição de dose.

Terapia com feixe de elétrons

- Absorção e espalhamento de elétrons. Energia de feixe. Determinação de dose absorvida. Distribuição de dose e outras características dos feixes clínicos de elétrons. Contaminação de raios-X. Planejamento do tratamento com elétrons. Efeito da colimação nos feixes de elétrons. Terapia de arco. Irradiação de toda a pele.

Braquiterapia

- Radioisótopos utilizados. Calibração das fontes. Cálculos da distribuição de dose em um meio homogêneo.
- Formalismo para cálculo de dose
- Técnicas de implante
- Locação de fontes
- Aparelhos de carregamento remoto
- Alta taxa de dose

## **F 855 - Física Aplicada à Medicina e Biologia II**

### **Bibliografia:**

Russell K. Hobbie and Bradley J. Roth. Intermediate physics for medicine and biology. 4a ed. Springer-Verlag, 2007.

Russell K. Hobbie. Intermediate physics for medicine and biology. 3a ed. Springer AIP Press, 1997. (610.153 H652i 3.ed.)

Jerrold T. Bushberg et al. The essential physics of medical imaging. 2a ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2002. (616.0754 Es74 2.ed.)

### **Programa:**

O potencial exterior e o eletrocardiograma

- O potencial externo ao axônio
- O potencial longe do axônio
- O potencial externo para um pulso arbitrário
- Propriedades elétricas do coração
- O vetor corrente-dipolo do coração em função do tempo
- Eletrocardiograma
- Refinamentos ao modelo do potencial exterior
- Estimulação elétrica
- Eletroencefalograma

Realinhamento e controle

- Relações estatísticas (steady-state) entre variáveis
- Determinação do ponto de operação
- Ganho em malha aberta
- Aproximação ao equilíbrio sem realimentação
- Aproximação ao equilíbrio com realimentação (1 e 2 constantes de tempo)
- Modelos que usam equações diferenciais não lineares
- Equações: diferença e comportamento caótico
- Realimentação com uma constante de tempo e com atraso fixo

Análise de sinais

- Séries de Fourier para dados discretos

- Fast Fourier Transform
- Séries de Fourier para funções periódicas
- Espectro de energia (Power)
- Funções de correlação e autocorrelação
- Integrais de Fourier para sinais aperiódicos
- A função delta
- Teorema de Parseval
- Ruído
- Funções de correlação e sinais ruidosos

#### Imagens

- Convolução
- Funções de espalhamento e transferência
- Frequências numa imagem
- Reconstrução de imagens à partir de projeções via transformada de Fourier
- Reconstrução de imagens à partir de projeções via retroprojeção filtrada

#### Tópicos

- Biomagnetismo
  - Campo magnético ao redor de um axônio
  - Magnetocardiograma
  - Magnetoencefalograma
  - Estimulação magnética
  - Materiais magnéticos e sistemas biológicos
  - Detecção de campos magnéticos fracos

#### Eletricidade e magnetismo à nível celular

- Equilíbrio de Donnan
- Variação de potencial numa interface: o modelo de Gouy-Chapman
- Íons em solução: o modelo de Debye-Hückel
- Movimento de íons em solução: a equação de Nerst-Planck
- Equações de Goldman
- Canais de membrana

#### Ultrassom

#### Uso médico dos raios-X

- Produção de raios-X
- Detectores
- Radiografia diagnóstica
- Qualidade de imagem
- Outras modalidades de imagens por raios-X: angiografia, mamografia, fluoroscopia, CT

#### Medicina Nuclear

- SPECT
- PET
- Braquiterapia e radioterapia interna

### **F 856 - Biofotônica**

#### **Bibliografia:**

- Paras N. Prasad – “Introduction to Biophotonics” – John Wiley & Sons (2003)
- Tuan V0-Dinh, editor-in-chief – “Biomedical Photonics Handbook” – CRC Press (2003)

#### **Programa:**

- Ondas eletromagnéticas. Óptica geométrica e instrumentos ópticos – microscópios. Limite de resolução: difração. Interferência e filtros ópticos. Utilização da polarização em microscopia óptica. Biorefrigerância.

- Guias de onda e fibras ópticas convencionais e de cristal fotônico. Detectores de luz: Fotomultiplicadores, APD (Avalanche Photodiodes) e câmeras CCD (Charge Coupled Device)
- Níveis de energia de átomos com muitos elétrons. Terras raras. Níveis de energia eletrônicos de moléculas: estados ligados, antiligantes, spin. Conjuração em moléculas orgânicas. Níveis vibracionais de moléculas.
- Célula e processos celulares. Ácidos nucleicos, proteínas e lipídios. Classificação de proteínas. Produção de energia celular. Sinalização celular. Tecidos, tumores e cânceres.
- Interação da luz com a matéria: absorção, refração, reflexão, espalhamentos, fluorescência, fosforescência, tempos de vida, transferência de carga e energia, transferência de momento. Regras de seleção.
- Marcadores fluorescentes: proteínas e quantum dots. Funcionalização de interfaces.
- Espectroscopias infravermelho, Raman e Dicroísmo Circular.
- Óptica não linear: absorção multifotônica e geração de harmônicos SHG (Second Harmonic Generation) e THG (Third Harmonic Generation), SFG (Sum Frequency Generation) e DFG (Difference Frequency Generation). Casamento de fase. Regras de seleção para processos multifotônicos. Autofocalização e automodulação de fase.
- Lasers: princípios de operação. Principais lasers comerciais. Lasers pulsados: ns, PA e fs, Q-switch, mode-lock ativo e passivo. Compensação da dispersão de velocidade de grupo. Sistemas amplificados e osciladores paramétricos.
- Principais cirurgias com laser: refrativas, cosméticas, outras. Principais terapias com laser: Tratamentos odontológicos (cáries e clareamento dental), terapias fotodinâmicas DMRI (Degeneração Macular Relacionada à Idade), outros. Micro/nano-cirurgia com laser de femtossegundos.
- Visualizações fotônicas: OCT (Optical Coherence Tomography), NIR-DOT (Near Infrared Diffuse Optical Tomography)
- Biosensores fotônicos. Citometria de Fluxo, microchips e microarrays em genômica e proteômica.
- Microscopias de fluorescência: wide-field e confocal, FLIM (Fluorescence Lifetime Imaging), FRET (Fluorescence Resonant Energy Transfer), FCS (Fluorescence Correlation Spectroscopy) e TIRF (Total Internal Reflectance Fluorescence).
- Reconstrução Espectroscópica de Imagens: Microscopia Raman e uso de SERS.
- Microscopias multifotônicas: CARS (Coherent Anti-Stokes Raman Scattering) e lipídios, SHG/THG e colágenos.
- Microscopias com resolução sub-difração: microscopia estruturada, SNOM (Scanning Near-Field Optical Microscopy) e STED (Stimulated Emission Depletion).
- Pinças Ópticas: manipulações e medidas biomecânicas celulares.

## **F 885 – Partículas Elementares e Campos**

### **Bibliografia:**

- D. Griffiths – Introduction to Elementary Particles – Wiley (1987)
- D.H. Perkin – Introduction to High-energy Physics – Addison Wesley (1982)
- F. Halzen e A.D. Martin – Quarks and Leptons – Wiley (1984)
- F. Close – An Introduction to Quarks and Partons – Academic Press (1979)
- B.R. Martin and G. Shaw – Particle Physics – John Wiley and Sons – Chichester, 1996

### **Programa:**

- Introdução histórica
- Conteúdo e partículas elementares previstos no modelo padrão
- Cinemática relativística
- Interações fundamentais? Bósons intermediários e vértices primitivos da QED, QCD e Interações fracas

- Onde Fótons e Elétrons se encontram: teorias de Gauge
- Unificação eletrofraca (Weinberg-Salam). O mecanismo de Higgs
- O modelo padrão SU (3) x SU (2) x U (1)

## **F 887 - Física Nuclear**

### **Bibliografia:**

- Nuclear and Particle Physics - 1ª edição (Oxford Science Publications) - W.S.C. Williams

### **Programa:**

#### Introdução

- Perspectiva histórica
- Espalhamento de Rutherford
- Propriedades da seção de choque diferencial de Rutherford
- O experimento de Rutherford
- Constituintes nucleares

#### O tamanho e a forma do núcleo

- O tamanho do núcleo
- O espalhamento de elétrons pelo núcleo
- A distribuição da carga nuclear
- O fator de forma elétrico nuclear
- O deslocamento do isótopo
- Espectroscopia de raios X de átomos mu-mesic
- Espalhamento nuclear e tamanho nuclear
- A forma do núcleo

#### Alguns formalismos quantitativos

- Lei do decaimento radioativo
- Decaimento multimodal
- A produção de material radioativo
- Decaimento sequencial
- A medida da taxa de transição
- Datação radioativa
- Decaimento e princípio da incerteza
- Colisões e seções de choque
- Probabilidades, espectativas e flutuações

#### As massas do núcleo

- A energia nuclear de ligação
- O modelo da gota líquida
- A interação coulombiana e termos assimétricos
- Implicações da fórmula semi-empírica de massa

#### Instabilidade Nuclear

- Decaimento nuclear
- Diagramas dos níveis de energia
- Mais sobre o decaimento  $\beta$
- A estabilidade do núcleo
- Fissão espontânea
- Taxas de transição

#### Decaimento alfa

- Algumas propriedades do decaimento  $\alpha$
- A teoria da barreira de penetração de Coulomb
- A barreira de momento angular
- Esquemas de decaimento envolvendo partículas  $\alpha$

- Barreiras em outros decaimentos
- Colisões nucleares e reações
- Definições de matérias
  - Cinemática de reações nucleares
  - Leis de conservação em colisões e reações nucleares
  - Espectroscopia nuclear
  - Composição do modelo de núcleo
  - Composição das propriedades de estado
  - Reações diretas
  - Combinação ente estados e reação diretas
  - Espalhamento elástico
  - Fissão induzida e reator a fissão
  - Controle de reator e emissão de neutrons retardada
  - Energia a partir da fusão nuclear

#### Modelos nucleares

- Números mágicos
- Interação spin-órbita
- Spins e paridades de estados nucleares fundamentais
- Momento eletromagnético : dipolo magnético
- Momento eletromagnético : quadrupolo magnético
- Níveis excitados
- Modelo coletivo e outros desenvolvimentos

### **F 888 - Física do Estado Sólido**

#### **Bibliografia:**

- "Solid State Physics" - 1ª edição (Saunders College ) - Neil W. Ashcroft, N, David Mermin

#### **Programa:**

##### A teoria de Drude para Metais

- Modelo básico
- Tempos de colisão e de relaxação
- Condutividade elétrica DC
- Efeito Hall e Magnetoresistência
- Condutividade elétrica AC
- Função dielétrica e ressonância de plasma
- Condutividade térmica
- Efeitos termoelétricos

##### A teoria de Sommerfeld para Metais

- Distribuição de Fermi-Dirac
- Elétrons livres
- Densidade de vetores de onda
- Momento de Fermi, energia e temperatura
- Energia do estado básico e Bulk Modulus
- Propriedadestérmicas de um gás de elétrons livres
- Teoria da condução de Sommerfeld
- Lei de Wiedemann-Franz

##### Falhas no Modelo de Elétron Livre

##### Redes Ccristalograficas

- Rede de Bravais
- Redes cúbicas simples, corpo centrado e face centrada
- Célula unitária, Célula de Wigner-Seitz e célula convencional

- Estruturas cristalinas e redes com bases
- Empacotamento hexagonal e a estrutura do diamante
- Estruturas de cloreto de sódio, cloreto de cézio e de blendas de zinco

#### Rede recíproca

- Definições e exemplos
- Zona de Brillouin
- Planos da rede e índices de Miller

#### Determinação da estrutura cristalina por difração de raio X

- Formulação de Bragg e von Laue
- A condição de Laue e a construção de Ewald's
- Métodos experimentais: Laue, rotação do cristal e método do pó
- Fator geométrico de estrutura
- Fator de forma atômico

#### Classificação das redes de Bravais e das estruturas cristalinas

- Operações de simetria e classificação das redes de Bravais
- Os sete sistemas cristalinos e as quatorze redes de Bravais
- Notações Internacionais
- Exemplos de alguns elementos

#### Níveis eletrônicos em um potencial periódico: Propriedades globais

- O potencial periódico e o teorema de Bloch
- Condição de contorno de Born-von Karman
- Uma Segunda prova do teorema de Bloch
- Momento do cristal, índie de bandas e velocidade
- Superfície de Fermi
- Densidade de níveis e singularidades de van Hove

#### Eletrons em um potencial periódico fraco

- Teoria da perturbação e potenciais fracamente periódicos
- Níveis de energia próximos de um único plano de Bragg
- Ilustração dos esquemas de zonas estendidas, reduzidas e repetidas
- Superfície de Fermi e zonas de Brillouin
- Acoplamento spin-órbita

#### O método Tight-Binding

- Combinação linear de orbitais atômicos
- Aplicações a banda do nível s
- Características gerais dos níveis de Tight-Binding
- Funções de Wannier

#### Modelo semiclássico para a dinâmica do elétron

- Pacotes de onda de elétrons de Bloch
- Mecânica semiclássica
- O modelo semiclássico
- Campos elétricos estáticos
- A teoria geral das lacunas
- Campos magnéticos estáticos uniformes

#### Falhas no modelo de rede estática

#### Teoria Clássica de um cristal harmônico

- A aproximação harmônica
- A aproximação adiabática
- Calor específico em um cristal clássico
- Rede de Bravais monoatômica unidimensional
- Rede unidimensional com uma base

- Rede de Bravais monoatômica tri-dimensional
- Rede tri-dimensional com uma base
- Relações com a teoria da elasticidade

#### Teoria quântica de um cristal harmônico

- Modos normais e fonons
- Calor específico a altas temperaturas
- Calor específico a baixas temperaturas
- Modelos de Debye e Einstein
- Comparação da Rede e do calor específico eletrônico
- Densidade de modos normais (Phonon Level Density)
- Analogia com a teoria de radiação de corpo negro

Os tópicos optativos podem ser baseados em artigos mais modernos (sobre temas como: supercondutividade, supercondutividade de alta  $T_c$ , superfícies de semicondutores, microscópio de tunelamento, efeito Hall quântico, férmions pesados, excitações elementares em sólidos, sólidos não cristalinos, poços quânticos e heteroestruturas semicondutoras, etc)

e

são de livre escolha do professor responsável. Sugerimos que pelo menos 3 temas distintos sejam abordados. Segue abaixo, algumas sugestões de tópicos optativos (baseadas no livro sugerido)

#### Outros Métodos para o Cálculo de Estruturas de Bandas

- Aproximação do elétron independente
- Funções de onda na banda de valência
- Método Celular
- Potencial Muffin-Tin
- Método APW (Augmented Plane Wave)
- Funções de Green – Método KKR
- Método OPW (Orthogonalized Plane Wave)
- Pseudopotenciais

#### Semicondutor Homogêneo

- Propriedades Gerais de Semicondutores
- Exemplos de Estruturas de Bandas Examples of Semiconductor Band Structure
- Ressonância Cyclotron
- Estatística de portadores em equilíbrio térmico
- Semicondutores intrínsecos e extrínsecos
- Estatística dos níveis de impureza em equilíbrio térmico

#### Semicondutores Não Homogêneos

- O tratamento clássico de sólidos não homogêneos
- Campos e densidades de portadores em equilíbrio na junção p-n
- Retificação por uma junção p-n

### **F 889 - Física Atômica e Molecular**

#### **Bibliografia:**

- G.M. Borrow – Introduction to Molecular Spectroscopy
- G. Herzberg – Spectra of Diatomic Molecules

#### **Programa:**

- Revisão de tópicos de Mecânica Quântica
- Átomo de Hidrogênio
- Tratamento clássico e quântico da rotação e vibração de molécula diatômica
- Tratamento quântico de absorção e emissão de radiação
- Estudo das transições eletrônicas em uma molécula

- Teoria de grupo
- Estudo de excitações em moléculas poliatômicas

### **F 894 - Projeto de Curso em Engenharia Física**

#### **Bibliografia:**

- À critério do professor orientador

#### **Programa:**

- Desenvolvido individualmente de acordo com o projeto escolhido

### **F 895 – Projeto de Curso**

#### **Bibliografia:**

- À critério do professor orientador

#### **Programa:**

- Desenvolvido individualmente de acordo com o projeto escolhido

### **F 896 – Monografia**

#### **Bibliografia:**

- U. Eco, “Comme si fa una tesi di laurea”, Bompiani, Milano, 1977.
- M.O’Connor e F.P. Woodford, “Writing scientific papers in English”, Elsevier, Amsterdam, 1977.
- ”Writing scientific papers in English successfully, your complete roadmap”, E. Schuster, H. Levkowitz, O.N. Oliveira Jr. eds., São Carlos Institute of Physics USP, São Carlos, 2014.
- Nature Education, “Writing Scientific Papers”, <http://www.nature.com/scitable/ebooks/english-communication-for-scientists-14053993/writing-scientific-papers-14239285>
- D. Budker, “Some rules of good scientific writing”, arXiv:physics/0608246 [physics.gen-ph]
- A. Borja, “11 steps to structuring a science paper editors will take seriously”, Elsevier, June 2014.

#### **Objetivo Geral do Curso:**

Esta disciplina consistirá de aulas em sala, enfatizando a organização e o formalismo do desenvolvimento do trabalho científico, incluindo técnicas de redação científica, ferramentas de busca, referências bibliográficas, estruturas formais de divulgação científica, etc.. Na parte prática, deverá ser desenvolvido um tema de pesquisa individualmente pelo aluno, com o formato de um trabalho de Iniciação Científica, sob a orientação de um professor ou pesquisador autorizado pela Comissão de Graduação. A Monografia será avaliada no final da disciplina.

#### **Programa**

Nesta disciplina, o aluno deverá preparar uma monografia sobre um tema de pesquisa na área de física, sob orientação de um professor da Unicamp.

A disciplina contará com um conjunto de 10 aulas, ministradas ao longo do semestre que abordarão temas como escrita acadêmica, apresentação de resultados (dados, tabelas e gráficos), sistematização de ideias, busca e sistematização de referenciais teóricos, elaboração de relatórios, elaboração de apresentações, elaboração de artigos científicos, sobre carreira em pesquisa no Brasil e no mundo, e sobre ética e profissionalismo na pesquisa.

Além das aulas, o aluno deverá cumprir um conjunto de etapas, ao longo do semestre, cujo resultado será utilizado na avaliação.

Etapa 01: Preencher formulário no moodle, onde serão solicitadas informações sobre o projeto de pesquisa que se pretende apresentar como monografia. Neste formulário, serão solicitadas informações como: título do projeto, área de concentração, nome do orientador,

resumo do projeto, justificativa do projeto, lista de metas propostas e cronograma de desenvolvimento do projeto e da monografia.

Será também solicitada uma comprovação do orientador responsável pelo programa de IC e um de acordo que o mesmo irá contribuir na avaliação final do rendimento do aluno nesta disciplina. A entrega deste formulário, com a comprovação e o de acordo do orientador deverá ser completa antes do dia 20 de março.

Etapa 02: Breve apresentação oral feita pelo aluno (máximo 15 min) do projeto que será incluído na monografia, para os demais alunos e professores do IFGW. Esta apresentação será agendada no semestre, mas deverá ocorrer entre os meses de Março e Abril. A Clareza de ideias, a organização da apresentação e arguição em defesa do projeto serão itens de avaliação desta etapa.

Etapa 03: Preenchimento de formulário no moodle, de um relatório intermediário do andamento do projeto. Esta etapa deverá ser cumprida entre os dias 10 e 20 de Maio.

Etapa 04: Apresentação final feita pelo aluno sob forma de apresentação oral (máximo 15 min.), sobre as atividades de pesquisa desenvolvidas ao longo do semestre, incluindo objetivos iniciais, metas alcançadas, resultados obtidos, e auto-avaliação. Esta etapa deverá ocorrer entre os dias 15 de Junho a 01 de Julho. A Clareza de ideias, a organização da apresentação, resultados obtidos e arguição em defesa do projeto e dos resultados serão itens de avaliação desta etapa.

Etapa 05: Entrega da Monografia. O orientador do projeto deverá contribuir através da apresentação de uma avaliação do relatório e também do desempenho do aluno no semestre. Prazo final de entrega da monografia será dia 01 de Julho de 2016.

A monografia deverá ser um trabalho original escrito pelo aluno, em português ou inglês, em um nível que formandos do curso de física possam entender e acompanhar.

A monografia completa, incluindo todas as páginas deverá ter entre 40 e 50 páginas A4, em espaço duplo, fonte 12. Serão itens considerados na avaliação da monografia: clareza de texto, ortografia, organização da apresentação e do desenvolvimento das ideias, justificativa e contextualização do problema, originalidade do projeto, metodologia desenvolvida, qualidade da apresentação dos resultados, qualidade da discussão e interpretação dos resultados obtidos.

#### **Método de Avaliação:**

A cada etapa será atribuída uma nota de 0 a 10. A média do semestre será calculada da seguinte forma:

$$MS = (E1 + E2 + E3 + 2 * E4 + 3 * E5) / 8$$

No caso onde  $MS \geq 5$ , a média final será igual a média semestral, portanto:  $MF = MS$ .

No caso onde  $MS < 5$ , será aplicado novo exame oral, com nova apresentação do projeto pelo aluno que servirão como uma avaliação equivalente ao exame. Neste caso, a MF será computada como sendo a média aritmética da MS com a nota do Exame.

A aprovação na disciplina será obtido quando a  $MF \geq 5$ .

Não haverá cobrança de frequência nas aulas que serão ministradas, no entanto, os prazos de entregas de formulários, relatórios e apresentações deverão ser cumpridos. Para cada dia de atraso em cada e toda etapa prevista no programa desta disciplina será descontado um ponto no cálculo da média semestral.

### **F 897 - Monografia em Ensino de Física I**

#### **Bibliografia:**

- M.V. Pereira, A escrita acadêmica – do excessivo ao razoável, Rev. Bras. Educ. v.18 no. 52, Rio de Janeiro (2013).
- G.L. Volpato. Método lógico para redação científica
- V. Feitosa, Redação de textos científicos

- P. Reiz, Manual de técnicas de redação científica, 3a ed.
- INPA, Redação de textos científicos (disponível em <http://pdbff.inpa.gov.br/cursos/efa/livro/2009/cursos/glauco.pdf>)
- F.M. Demai, Português Instrumental. Ed. Érica
- DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. A pesquisa no ensino, sobre o ensino e sobre a reflexão dos professores sobre seus ensinamentos. Educação e Pesquisa, v. 28, n. 2, p. 57-67, 2002.
- KOCH, I.G.V.; ELIAS, V. M. Ler e compreender: os sentidos do texto. São Paulo: Contexto, 2006.
- PLATÃO, F.; FIORIN, J. L. Para entender o Texto: leitura e redação. São Paulo: Ática, 2002.

### **Programa:**

Nesta disciplina o aluno deverá preparar uma monografia voltada para o Ensino de Física sob orientação de um professor/pesquisador. Em termos gerais, podem ser apresentados dois tipos de monografia. Uma delas seria a de revisão do tema escolhido, onde o mesmo é analisado, através de publicações recentes da área. Alternativamente, alunos que realizam um projeto de iniciação científica ou iniciação à docência, podem utilizar seus resultados como material para o trabalho. Através da monografia, o aluno deverá revelar um bom conhecimento do problema que está sendo tratado e de como ele se insere em um contexto mais geral. Esta será também uma oportunidade do aluno desenvolver sua capacidade de redigir textos científicos.

A monografia deve ser escrita em um nível que formandos do curso de Licenciatura em Física possam acompanhar e formar uma ideia do tema tratado. Sempre que mais do que 3 palavras de um artigo publicado forem utilizadas, elas deverão vir entre aspas e a fonte citada. O trabalho deverá seguir os padrões de apresentação da literatura e assim, em geral, conterá as seguintes partes:

- Título, autor e orientador; endereço de e-mail, afiliação
- Resumo
- Abstract
- Biografia do autor
- Sumário
- Introdução: Uma descrição do problema que será tratado e sua importância
- Metodologia: Nesta seção deve ser apresentado o método de tratamento do problema, assim como conhecimentos básicos necessários à sua compreensão.
- Resultados: Nesta seção, são apresentados os resultados do projeto de iniciação científica ou um sumário dos resultados publicados nos artigos que foram considerados para a realização da monografia
- Conclusões ou comentários finais: Uma formalização do que é uma boa conclusão é dada por Jonathan Shewchuk. Em uma tradução livre temos: "Uma boa conclusão diz coisas que se tornam significativas após a leitura do trabalho. Esta seção dá perspectivas a pontos não levantados na introdução. Uma conclusão é sobre as implicações do que o leitor aprendeu. Certamente é também um excelente lugar para conjecturas, desdobramentos do trabalho e de eventuais questões que não foram resolvidas".
- Apêndices: a monografia deverá ter cerca de 40 páginas A4 em espaço duplo (aqui incluímos o resumo, abstract, sumário, etc.). Note que ela não poderá ter menos do que 30 e mais do que 60 páginas, no total.

Recomendação Importante: O trabalho deverá ser feito sob a orientação de um professor do IFGW, FE ou IMECC. Orientadores de outras unidades, ou instituições, poderão ser considerados através de solicitações individuais.

## F 901 – Estágio Supervisionado I

### Bibliografia:

- CALDERANO, Maria da Assunção. "Docência compartilhada entre universidade e escola: formação no estágio curricular" São Paulo: FCC/SEP, 2014.
- CAMARGO, S. , e NARDI, R. Formação de professores de Física: os estágios supervisionados como fonte de pesquisa sobre a prática de ensino; Revista de Pesquisa em Educação em Ciências, v3, n. 3 (2003)
- MARTINS, André Ferrer. "Estágio supervisionado em física: o pulso ainda pulsa..." Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 3, 3402-3407 (2009)
- BACCON, Ana Lúcia Pereira; ARRUDA, Sergio de Mello. Os saberes docentes na formação inicial do professor de física: elaborando sentidos para o estágio supervisionado. Ciênc. educ. (Bauru), Bauru , v. 16, n. 3, p. 507-524 (2010)
- Barbosa, Tatyana Mabel Nobre. "Estágio supervisionado interdisciplinar". Natal, RN: SEDIS, 11 v (2008).
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. "Os estágios nos cursos de licenciatura." São Paulo: Cengage Learning (2012):
- GENOVESE, Luiz Gonzaga Roversi e GENOVESE, Cíntia Letícia De Carvalho Roversi. "Licenciatura em Física - Estágio Supervisionado em Física: Considerações Preliminares", Goiás, UFG (2012).

### Programa:

Esta disciplina exige uma carga horária equivalente a 10 horas/semanais, das quais 8 horas devem ser cumpridas no campo de estágio e 2 horas serão cumpridas no Instituto de Física, em formato de aulas que visam discutir temas gerais de ensino vivenciados durante o período de estágio. Alguns dos temas abordados ao longo do semestre incluem: prática de ensino, metodologias de ensino de Física, contexto social e sócio-econômico da escola – incluindo temas de inclusão, diversidade e gênero, – relações de poder no ensino e indicadores do ensino de Física na prática.

- Estágio – O aluno deverá buscar uma escola onde possa fazer o seu estágio. Conseguindo o estágio, ele deverá comunicar ao professor, através do *Ensino Aberto*, para avaliar a adequação. Se a resposta for negativa, o aluno deverá escolher outro estágio. Este estágio deverá ter 240 horas, num período não inferior a 03 (dois) meses. Um arquivo com todas as escolas de Campinas, com nome, endereço e telefone, está no material de apoio.

- Tarefa – Para cada aula, o aluno apresentará um relatório sintético, que deve conter os itens: identificação, dia, tópico tratado, resumo da maneira como foi apresentado, reação dos alunos, tais como: comportamento, perguntas, e principalmente concepções prévias e um comentário seu. Este relato deve ser colocado no *Ensino Aberto*.

Quando houver, incluir relato dobre como o professor avalia os alunos. O estagiário será avaliado pela presença nas aulas, pelos relatos colocados no prazo indicado, um relatório final onde deverá comentar a experiência, o que aprendeu.

- Aula – O aluno deve preparar, por escrito, uma aula que possa ser apresentada numa das aulas do estágio, com as condições locais. Não é obrigatório dar a aula, já que isto dependerá do professor da sala. Esta aula deve ter uma breve introdução histórica, que situe a(s) pessoa(s) e tópico(s) envolvido(s), a importância da introdução do conceito na época, apresente o problema, o seu desenvolvimento, tarefas, para os alunos e conclusão. Num adendo, relate o que você usaria, e que não tem na escola, para tornar a aula mais interessante.

Participação na disciplina – Além dos encontros presenciais, haverá, no *Ensino Aberto*, tópicos em debates.

## **F 902 – Estágio Supervisionado II**

### **Bibliografia:**

- BACCON, Ana Lúcia Pereira; ARRUDA, Sergio de Mello. Os saberes docentes na formação inicial do professor de física: elaborando sentidos para o estágio supervisionado. *Ciênc. educ. (Bauru)*, Bauru, v. 16, n. 3, p. 507-524 (2010)
- BAUMEL, R.C.R.C.; RIBEIRO, M.L.S. (Org). Educação especial: do querer ao fazer. São Paulo; Avêcamp, 2003.
- BUENO, J.G.S. A educação especial no Brasil: alguns marcos históricos. In: Educação Especial Brasileira: integração/segregação do aluno deficiente. São Paulo: EDUC/PUC/FAPESP, 1993.
- CAMARGO, S. , e NARDI, R. Formação de professores de Física: os estágios supervisionados como fonte de pesquisa sobre a prática de ensino; *Revista de Pesquisa em Educação em Ciências*, v3, n. 3 (2003)
- GALVÃO FILHO, T.A. (Org.) ; MIRANDA, T.G. (Org.) . Educação especial em contexto inclusivo: reflexão e ação. Salvador: EDUFBA, 2011.
- GENTILI, Pablo (org.). Pedagogia da Exclusão. Petrópolis (RJ), Vozes,1995
- MARTINS, André Ferrer. “Estágio supervisionado em física: o pulso ainda pulsa...” *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 31, n. 3, 3402-3407 (2009)
- SÃO PAULO. SECRETARIA DA EDUCAÇÃO. *Matrizes e Referência para a Avaliação*. Documento Básico – SARESP. São Paulo, SEE. 2009.
- SÃO PAULO. SECRETARIA DA EDUCAÇÃO. Resolução SE nº 27, de 29 de março de 1996. Dispõe sobre o sistema de Avaliação do Rendimento Escolar no Estado de São Paulo.
- SÃO PAULO. SECRETARIA DA EDUCAÇÃO. Resolução SE nº 74, de 06 de novembro de 2008. Institui o Programa de Qualidade da Escola – PQE – Índice de Desenvolvimento da Educação do Estado de São Paulo.
- SÃO PAULO. SECRETARIA DA EDUCAÇÃO. Resolução SE nº41, de 31 de julho de 2014. Dispõe sobre a realização das provas de avaliação relativas ao sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo.
- SACRISTAN, G. Plano do currículo, plano do ensino: o papel dos professores/as. In: SACRISTÁN, G., PÉREZ GÓMEZ, A. *Compreender e transformar o Ensino*. 4 ed. Porto Alegre: ArtMed, 1998.
- VEIGA, I.P.A. (Org.) Projeto político-pedagógico da escola: uma construção possível. Campinas: Papirus, 1995.
- VEIGA, I.P.A.V.; RESENDE, L.M.G. (Orgs.). Escola: espaço do projeto político-pedagógico. Campinas. Papirus, 2005

### **Programa:**

Esta disciplina exige uma carga horária equivalente a 10 horas/semanais, das quais 8 horas devem ser cumpridas no campo de estágio e 2 horas serão cumpridas no Instituto de Física, em formato de aulas que visam discutir temas gerais de ensino vivenciados durante o período de estágio. Alguns dos temas abordados ao longo do semestre incluem: prática de ensino, metodologias de ensino de Física, contexto social e sócio-econômico da escola – incluindo temas de inclusão, diversidade e gênero, – relações de poder no ensino e indicadores do ensino de Física na prática.

- Estágio – O aluno deverá buscar uma escola onde possa fazer o seu estágio. Conseguindo o estágio, ele deverá comunicar ao professor, através do *Ensino Aberto*, para avaliar a

adequação. Se a resposta for negativa, o aluno deverá escolher outro estágio. Este estágio deverá ter 240 horas, num período não inferior a 03 (dois) meses. Um arquivo com todas as escolas de Campinas, com nome, endereço e telefone, está no material de apoio.

- Tarefa – Para cada aula, o aluno apresentará um relatório sintético, que deve conter os itens: identificação, dia, tópico tratado, resumo da maneira como foi apresentado, reação dos alunos, tais como: comportamento, perguntas, e principalmente concepções prévias e um comentário seu. Este relato deve ser colocado no *Ensino Aberto*.

Quando houver, incluir relato dobre como o professor avalia os alunos. O estagiário será avaliado pela presença nas aulas, pelos relatos colocados no prazo indicado, um relatório final onde deverá comentar a experiência, o que aprendeu.

- Aula – O aluno deve preparar, por escrito, uma aula que possa ser apresentada numa das aulas do estágio, com as condições locais. Não é obrigatório dar a aula, já que isto dependerá do professor da sala. Esta aula deve ter uma breve introdução histórica, que situe a(s) pessoa(s) e tópico(s) envolvido(s), a importância da introdução do conceito na época, apresente o problema, o seu desenvolvimento, tarefas, para os alunos e conclusão. Num adendo, relate o que você usaria, e que não tem na escola, para tornar a aula mais interessante.

Participação na disciplina – Além dos encontros presenciais, haverá, no *Ensino Aberto*, tópicos em debates.

#### **F 949 - Estágio em Engenharia Física**

##### **Bibliografia:**

A ser definida pelo orientador do estágio.

##### **Programa:**

O Estágio Curricular em Engenharia Física, seguindo o exemplo de programas de estágios das Unidades da Unicamp, visa oferecer ao aluno a oportunidade de adquirir experiência profissional direta, fora da Universidade, antes de se formar.

A disciplina possui um professor responsável que auxiliará o aluno a encontrar um orientador/supervisor para a realização do estágio junto as empresas, laboratórios e centros de pesquisas credenciados pela Unicamp.

O aluno desenvolverá um projeto técnico-científico, em situações reais de engenharia, acompanhamento de projeto, fabricação, especificação, montagem, programação, configuração e testes de equipamento, etc.

O trabalho do aluno será avaliado pelo orientador do estágio e pelo professor responsável.

#### **FI 092 - Física**

OF:S-5 T:000 P:004 L:000 O:004 D:000 HS:008 SL:000 C:008 AV:N EX:S FM:80%

**Pré-Req.:** AA200/ F 901

**Ementa:** Força e máquinas simples, locomoção, dinâmica, líquidos, sólidos, e materiais biológicos. Ondas e fenômenos de interface, polarização, lentes e instrumentos óticos. Corrente elétrica, eletromagnetismo. Átomo de Bohr, núcleo e radioatividade.

##### **Bibliografia:**

- Física Geral – Halliday, Resnick
- Física -Tipler
- Curso de Física Básica – Nussenzveig

##### **Programa:**

- O que veio antes de Newton e Galileu, Aristóteles, Ptolomeu e Newton
- Força, trabalho, energia e momentum
- Temperatura, calor, máquinas térmicas, leis da termodinâmica.
- Carga elétrica, força elétrica, campo elétrico, Gauss, condutores, corrente elétrica
- Ohm, magnetismo, indução, aplicações
- Ondas mecânicas, propriedades ondulatórias da luz

- Difração e interferência.
- Introdução à Física moderna. A descoberta do elétron
- Constante de Planck.
- Efeito fotoelétrico
- O Raio-X
- Modelo do átomo. Linhas espectrais
- Rutherford e o núcleo
- O modelo de Bohr
- Partículas elementares ou não
- Noções sobre o Big Bang

### **FL110 - Iniciação à Prática Docente I**

#### **Bibliografia:**

- M.A. Moreira, Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea, XI Conferencia Interamericana sobre Enseñanza de la Física, Equador, Julho de 2013.
- E.F. Barbosa e D.G. Moura, Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica, B. Tec. Senac, Rio de Janeiro, v.39, n.2, p.48-67, 2013
- J.R. Quintal e A. Guerra, A história da ciência no processo ensino-aprendizagem, Física na Escola, v.10, n.1, 2009
- K. Miller et al., Role of physics lecture demonstrations in conceptual learning, Phys. Rev. St Phys. Educ. Res., v.9, 020113, 2013
- E. Mazur, The problem with problems, Optics & Photonics News, p.59-60, 1996
- A.P.C.M. Ferraz e R.V. Belhot, Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais, Gest. Prod., v.17, n.2, p.421-431, 2010
- Diferentes publicações da revista Física na Escola.

#### **Programa:**

Desenvolvido individualmente de acordo com o projeto escolhido.

### **FL210 - Iniciação à Prática Docente II**

#### **Bibliografia:**

- M.A. Moreira, Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea, XI Conferencia Interamericana sobre Enseñanza de la Física, Equador, Julho de 2013.
- E.F. Barbosa e D.G. Moura, Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica, B. Tec. Senac, Rio de Janeiro, v.39, n.2, p.48-67, 2013
- J.R. Quintal e A. Guerra, A história da ciência no processo ensino-aprendizagem, Física na Escola, v.10, n.1, 2009
- K. Miller et al., Role of physics lecture demonstrations in conceptual learning, Phys. Rev. St Phys. Educ. Res., v.9, 020113, 2013
- E. Mazur, The problem with problems, Optics & Photonics News, p.59-60, 1996
- A.P.C.M. Ferraz e R.V. Belhot, Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais, Gest. Prod., v.17, n.2, p.421-431, 2010
- Diferentes publicações da revista Física na Escola.

#### **Programa:**

Desenvolvido individualmente de acordo com o projeto escolhido.

### **FL310 - Iniciação à Prática Docente III**

#### **Bibliografia:**

- M.A. Moreira, Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea, XI Conferencia Interamericana sobre Enseñanza de la Física, Equador, Julho de 2013.
- E.F. Barbosa e D.G. Moura, Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica, B. Tec. Senac, Rio de Janeiro, v.39, n.2, p.48-67, 2013
- J.R. Quintal e A. Guerra, A história da ciência no processo ensino-aprendizagem, Física na Escola, v.10, n.1, 2009
- K. Miller et al., Role of physics lecture demonstrations in conceptual learning, Phys. Rev. St Phys. Educ. Res., v.9, 020113, 2013
- E. Mazur, The problem with problems, Optics & Photonics News, p.59-60, 1996
- A.P.C.M. Ferraz e R.V. Belhot, Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais, Gest. Prod., v.17, n.2, p.421-431, 2010
- Diferentes publicações da revista Física na Escola.

**Programa:**

Desenvolvido individualmente de acordo com o projeto escolhido.

**FL701 – Projetos Integrados do Ensino de Física**

**Bibliografia:**

- ABREU, R. e NICOLACI-DA-COSTA, A. M. Mudanças geradas pela internet no cotidiano escolar: as reações dos professores, in **Paidéia**, 2006.
- BARBOSA, E.F.; MOURA D.G., Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica, B. Tec. Senac, Rio de Janeiro, v.39, n.2, p.48-67, 2013
- BERSCH, R.C.R. ; Pelosi, M.B. Tecnologia Assistiva: Recursos de Acessibilidade ao Computador. 1. ed. Brasília DF: Ministério da Educação MEC, 2007.
- CROUCH, C.H. et al, Classroom demonstrations: learning tools or entertainment?, Am. J. Phys., v.72, n.6, 2004
- DUK C., Educar na diversidade: material de formação docente (2005).
- FERRAZ, A.P.C.M.; BELHOT, Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais, Gest. Prod., v.17, n.2, p.421-431, 2010
- FEYNMAN, R.F., O Sr. Está brincando, Sr. Feynman! As estranhas aventuras de um físico excêntrico, Ed. Campus
- GONÇALVES, A.R.C., O papel das TIC na escolar, na aprendizagem e na educação. Instituto Universitário de Lisboa (2012).
- GUERRA, A. et al., Um julgamento no ensino médio: uma estratégia para trabalhar a ciência sob enfoque histórico-filosófico, Física na Escola, v.3, n.1, 2002
- MAZUR, E., The problem with problems, Optics & Photonics News, p.59-60, 1996
- MILLER, K. et al., Role of physics lecture demonstrations in conceptual learning, Phys. Rev. St Phys. Educ. Res., v.9, 020113, 2013
- MOREIRA, M.A., Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea, XI Conferencia Interamericana sobre Enseñanza de la Física, Equador, Julho de 2013.
- NETO, J.; KLEINKE, M.U. (Org.). Fundamentos de Matemática, Ciências e Informática para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental I. Vol. 2, Campinas: FE/Unicamp, 2010, p. 107-119.
- QUINTAL, J.R.; GUERRA, A., A história da ciência no processo ensino-aprendizagem, Física na Escola, v.10, n.1, 2009
- VIEIRA, R.S., O papel das tecnologias da informação e comunicação na educação a distância: um estudo sobre a percepção do professor/tutor, ABEC (2011).

- VIEIRA, C.L., História da física: artigos, ensaios e resenhas, CBPF, 1a ed., Rio de Janeiro, 2015

**Programa:**

Esta disciplina visa integrar diferentes tópicos de ensino de física na forma de desenvolvimento de projetos educacionais voltados tanto para espaços formais como para espaços não-formais de ensino e aprendizagem. Através do desenvolvimento de projetos serão trabalhados os seguintes temas, sempre de forma integrada:

- Ensino e aprendizagem em Física. O ensino de Física no Brasil. Diferentes práticas pedagógicas em Física. Processos de aprendizagem. Ensino tradicional. Aprendizagem ativa. Motivação para aprendizagem. Modelo e significado de um bom professor. Apresentação de práticas de ensino considerando modelos de aprendizagem eficientes.
- História e Filosofia da Ciência como prática de ensino de Física. O uso e a factibilidade do ensino de Física baseado no contexto histórico. Concepções prévias dos alunos na aprendizagem de Física. Estudos de caso. Apresentação de práticas de ensino considerando o uso de história e filosofia da Física.
- Experimentação no ensino de Física. Eficácia do ensino experimental em Física. Diferença entre experimentação e demonstração experimental na aprendizagem. Estudo de casos. Uso de recursos audiovisuais no ensino de Física. Estudo de casos. Apresentação de práticas de ensino considerando o uso de experimentação e de recursos audiovisuais.
- Problematização em Física. Diferença entre exercícios e problemas. Métodos de classificação de problemas. Taxonomia revisada de Bloom. O que torna um aluno bom resolvidor de problemas? Estudo de casos. Apresentação de práticas de ensino considerando resolução de problemas.
- Uso do computador como elemento didático. Softwares de ensino de Física. Limitações e adequação à realidade brasileira. Apresentação de práticas de ensino considerando o uso do computador.

**FL702 – Projetos Integrados do Ensino de Física II**

**Bibliografia:**

- M.A. Moreira, Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea, XI Conferencia Interamericana sobre Enseñanza de la Física, Equador, Julho de 2013.
- R.F. Feynman, O Sr. Está brincando, Sr. Feynman! As estranhas aventuras de um físico excêntrico, Ed. Campus
- C. Duk, Educar na diversidade: material de formação docente (2005).
- A.R.C. Gonçalves, O papel das TIC na escolar, na aprendizagem e na educação. Instituto Universitário de Lisboa (2012).
- R.S. Vieira, O papel das tecnologias da informação e comunicação na educação a distância: um estudo sobre a percepção do professor/tutor, ABEC (2011).
- E.F. Barbosa e D.G. Moura, Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica, B. Tec. Senac, Rio de Janeiro, v.39, n.2, p.48-67, 2013
- J.R. Quintal e A. Guerra, A história da ciência no processo ensino-aprendizagem, Física na Escola, v.10, n.1, 2009
- A.Guerra et al., Um julgamento no ensino médio: uma estratégia para trabalhar a ciência sob enfoque histórico-filosófico, Física na Escola, v.3, n.1, 2002
- C.L. Vieira, História da física: artigos, ensaios e resenhas, CBPF, 1a ed., Rio de Janeiro, 2015
- C.H. Crouch et al., Classroom demonstrations: learning tools or entertainment?, Am. J. Phys., v.72, n.6, 2004
- K. Miller et al., Role of physics lecture demonstrations in conceptual learning, Phys.

- Rev. St Phys. Educ. Res., v.9, 020113, 2013
- E. Mazur, The problem with problems, Optics & Photonics News, p.59-60, 1996
  - A.P.C.M. Ferraz e R.V. Belhot, Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais, Gest. Prod., v.17, n.2, p.421-431, 2010
  - Diferentes publicações da revista Física na Escola.

**Programa:**

Esta disciplina visa desenvolver de forma mais profunda a integração de diversos tópicos de ensino de física através do desenvolvimento de projetos educacionais voltados tanto para espaços formais como para espaços não-formais de ensino e aprendizagem. Através do desenvolvimento de projetos serão trabalhados os seguintes temas, sempre de forma integrada:

- Ensino e aprendizagem em Física. O ensino de Física no Brasil. Diferentes práticas pedagógicas em Física. Processos de aprendizagem. Ensino tradicional. Aprendizagem ativa. Motivação para aprendizagem. Modelo e significado de um bom professor. Apresentação de práticas de ensino considerando modelos de aprendizagem eficientes.
- História e Filosofia da Ciência como prática de ensino de Física. O uso e a factibilidade do ensino de Física baseado no contexto histórico. Concepções prévias dos alunos na aprendizagem de Física. Estudos de caso. Apresentação de práticas de ensino considerando o uso de história e filosofia da Física.
- Experimentação no ensino de Física. Eficácia do ensino experimental em Física. Diferença entre experimentação e demonstração experimental na aprendizagem. Estudo de casos. Uso de recursos audiovisuais no ensino de Física. Estudo de casos. Apresentação de práticas de ensino considerando o uso de experimentação e de recursos audiovisuais.
- Problematização em Física. Diferença entre exercícios e problemas. Métodos de classificação de problemas. Taxonomia revisada de Bloom. O que torna um aluno bom resolvidor de problemas? Estudo de casos. Apresentação de práticas de ensino considerando resolução de problemas.
- Uso do computador como elemento didático. Softwares de ensino de Física. Limitações e adequação à realidade brasileira. Apresentação de práticas de ensino considerando o uso do computador.

**FL801 - Práticas de Ensino de Física****Bibliografia:**

- K.R. de Almeida, Descrição e análise de diferentes estilos de aprendizagem, Revista Interlocução, v. 3, n.3, p.38-49, 2010 M.Z.
- E.F. Barbosa e D.G. Moura, Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica, B. Tec. Senac, Rio de Janeiro, v.39, n.2, p.48-67, 2013
- Poh et al., A wearable sensor for unobstrusive, long-term assessment of electrodermal activity, IEEE Trans. Biomed. Eng., v.57, n.5, 2010
- H. Sampaio, Diversidade e diferenciação no ensino superior no Brasil: conceitos para discussão. RBCS 29 (84), 2014.
- The Commonwealth of learning, Tutoria no EAD: um manual para tutores (2003).
- R.A. Muller, Physics and technology for future presidents: an introduction to the essential physics every world leader needs to know, Princeton University Press, 2010.

**Programa:**

Esta disciplina visa a iniciação em atividade docente na forma de tutoria e utilizando metodologias ativas de ensino, tendo como foco a atuação coordenada na disciplina F 008, voltada para alunos recém saídos do sistema de ensino médio. As atividades serão desenvolvidas de forma individual, de acordo com o projeto definido pela disciplina F 008, e serão coordenadas por um professor orientador do Instituto de Física.

**FM003 – Seminários Sobre a Profissão****Bibliografia:**

- A critério do professor, dependendo dos temas específicos das palestras abordadas no semestre.

**Programa:**

- Aulas presenciais de seminários referentes as profissões de saída do curso 51. Os seminários são definidos a cada semestre.
- Será exigido um mínimo de 75% de frequência.
- Além disto, serão exigidas duas redações (uma no meio do semestre e outra no final) com no máximo uma página versando sobre dois seminários apresentados.

**FM201 – Atividades Científicas – Culturais I**

**Bibliografia:**

Não há bibliografia específica.

**Programa:**

Abaixo as orientações para a entrega de relatório de atividades:

- 1) A aprovação na disciplina se dará mediante a comprovação de no mínimo 75% de presença, de 20 horas de atividades científicas e culturais, no âmbito da Unicamp.
- 2) É obrigatória a comprovação da presença em pelo menos cinco eventos do IFGW (colóquios, seminários, eventos, defesa de tese, etc) para obtenção da aprovação.
- 3) Entregar os comprovantes de participação nos eventos.
- 4) Entregar uma redação relatando 1 dos eventos que você participou, sendo no mínimo meia página e no máximo uma página de sulfite A4 impressa. Utilizar fonte Times New Roman 12 e espaçamento 1.5.

**FM301 – Atividades Científicas – Culturais II**

**Bibliografia:**

Não há bibliografia específica.

**Programa:**

Abaixo as orientações para a entrega de relatório de atividades:

- 1) A aprovação na disciplina se dará mediante a comprovação de no mínimo 75% de presença, de 20 horas de atividades científicas e culturais, no âmbito da Unicamp.
- 2) É obrigatória a comprovação da presença em pelo menos cinco eventos do IFGW (colóquios, seminários, eventos, defesa de tese, etc) para obtenção da aprovação.
- 3) Entregar os comprovantes de participação nos eventos.
- 4) Entregar uma redação relatando 1 dos eventos que você participou, sendo no mínimo meia página e no máximo uma página de sulfite A4 impressa. Utilizar fonte Times New Roman 12 e espaçamento 1.5.

**FM401 – Atividades Científicas – Culturais III**

**Bibliografia:**

Não há bibliografia específica.

**Programa:**

Abaixo as orientações para a entrega de relatório de atividades:

- 1) A aprovação na disciplina se dará mediante a comprovação de no mínimo 75% de presença, de 20 horas de atividades científicas e culturais, no âmbito da Unicamp.
- 2) É obrigatória a comprovação da presença em pelo menos cinco eventos do IFGW (colóquios, seminários, eventos, defesa de tese, etc) para obtenção da aprovação.
- 3) Entregar os comprovantes de participação nos eventos.

4) Entregar uma redação relatando 1 dos eventos que você participou, sendo no mínimo meia página e no máximo uma página de sulfite A4 impressa. Utilizar fonte Times New Roman 12 e espaçamento 1.5.

#### **FM501 – Atividades Científicas – Culturais IV**

##### **Bibliografia:**

Não há bibliografia específica.

##### **Programa:**

Abaixo as orientações para a entrega de relatório de atividades:

- 1) A aprovação na disciplina se dará mediante a comprovação de no mínimo 75% de presença, de 20 horas de atividades científicas e culturais, no âmbito da Unicamp.
- 2) É obrigatória a comprovação da presença em pelo menos cinco eventos do IFGW (colóquios, seminários, eventos, defesa de tese, etc) para obtenção da aprovação.
- 3) Entregar os comprovantes de participação nos eventos.
- 4) Entregar uma redação relatando 1 dos eventos que você participou, sendo no mínimo meia página e no máximo uma página de sulfite A4 impressa. Utilizar fonte Times New Roman 12 e espaçamento 1.5.

#### **FM601 – Atividades Científicas – Culturais V**

##### **Bibliografia:**

Não há bibliografia específica.

##### **Programa:**

Abaixo as orientações para a entrega de relatório de atividades:

- 1) A aprovação na disciplina se dará mediante a comprovação de no mínimo 75% de presença, de 20 horas de atividades científicas e culturais, no âmbito da Unicamp.
- 2) É obrigatória a comprovação da presença em pelo menos cinco eventos do IFGW (colóquios, seminários, eventos, defesa de tese, etc) para obtenção da aprovação.
- 3) Entregar os comprovantes de participação nos eventos.
- 4) Entregar uma redação relatando 1 dos eventos que você participou, sendo no mínimo meia página e no máximo uma página de sulfite A4 impressa. Utilizar fonte Times New Roman 12 e espaçamento 1.5.

#### **FM701 – Atividades Científicas – Culturais VI**

##### **Bibliografia:**

Não há bibliografia específica.

##### **Programa:**

Abaixo as orientações para a entrega de relatório de atividades:

- 1) A aprovação na disciplina se dará mediante a comprovação de no mínimo 75% de presença, de 20 horas de atividades científicas e culturais, no âmbito da Unicamp.
- 2) É obrigatória a comprovação da presença em pelo menos cinco eventos do IFGW (colóquios, seminários, eventos, defesa de tese, etc) para obtenção da aprovação.
- 3) Entregar os comprovantes de participação nos eventos.
- 4) Entregar uma redação relatando 1 dos eventos que você participou, sendo no mínimo meia página e no máximo uma página de sulfite A4 impressa. Utilizar fonte Times New Roman 12 e espaçamento 1.5.

#### **BS580 - Fundamentos de Biologia Celular e Molecular para Física Médica**

##### **Bibliografia:**

Microbiologia Médica. Jawetz, Melnick & Adelberg, Brooks, G.F.; Butel, J.S. & Morse, S.A. (eds). Editora McGraw Hill.

Microbiologia Médica e Imunologia. Levinson, Warren & Jawetz, Ernest. Editora Artmed.

Microbiologia Médica. 3<sup>o</sup> Ed Mims, Cedric.; Dockrell, Hazel M. ; Goering, Richard V. ; Roitt, Ivan.; Wakelin, Derek & Zuckerman, Mark. Editora Elsevier.

Microbiologia. Trabulsi, Luiz Rachid & Alterthum, Flávio. Editora Atheneu

Imunologia Celular e Molecular. Abbas, Litchman, Pillai. A partir da quinta edição. Ed. Elsevier.

**Programa:**

Introdução ao estudo da célula.

Componentes químicos das células

Genética molecular - estrutura e função do DNA, danos e reparo o DNA

Replicação e transcrição

Mitose e meiose e ciclo celular

Biomembranas, estrutura e função da membrana plasmática.

Organização interna da célula, organelas celulares composição e função.

Enzimas, estrutura e função,

Principais vias metabólicas celulares, regulação do metabolismo celular.

Citoesqueleto – estruturas e função

Matriz extracelular, principais componentes e função.

Diferenciação e morte celular

**BS681 - Fundamentos de Anatomia, Histologia e Fisiologia Humana para Física Médica**

**Bibliografia:**

Junqueira, L. C. U. - BIOLOGIA ESTRUTURAL DOS TECIDOS – HISTOLOGIA. Editora Guanabara Koogan, 2005.

Junqueira, L. C. U. & Carneiro, J. - HISTOLOGIA BÁSICA. 11<sup>a</sup> edição. Editora Guanabara Koogan, 2008.

Gartner, L. P. & Hiatt, J. L. - ATLAS DE HISTOLOGIA. 1<sup>a</sup> Edição. Editora Guanabara Koogan, 1993. Moore, K. L. e Agur, A. M. R.- Fundamentos de Anatomia Clínica. Segunda edição. Editora Guanabara Koogan, 2004.

SOBOTTA, J. & BECHER, H. Atlas de anatomia humana. 21<sup>a</sup> edição. Rio de Janeiro: Guanabara – Koogan, 2000.

WF GANNONG, Fisiologia Médica, 5a. Ed. Atheneu, 1989.

**Programa:**

- Nomenclatura anatômica: noções básicas.

- Métodos de estudo: Sistemático e Topográfico.

- Generalidades sobre a anatomia dos vários sistemas orgânicos do corpo. Ossos, articulações, músculos e angiologia).

- Generalidades sobre anatomia e funções do Sistema Nervoso.

- Divisões anatômica e funcional do Sistema Nervoso.

- Sistema nervoso central: aspectos anatômicos e funcionais

- Vasculização do Sistema Nervoso Central

- Meninges e Líquor (localização, produção, circulação e absorção).

- Aula Prática.

- Sistema Nervoso Periférico: formação do nervo espinhal.

- Nevos cranianos.

- Conceito de gânglio sensitivo, gânglio motor e terminações nervosas.

- Anatomia Topográfica dos membros superiores e inferiores.

- Anatomia Topográfica da cabeça, pescoço e tórax.
- Cavidade torácica: Aspectos topográficos das vísceras, nervos e vasos.
- Anatomia Topográfica da cavidade abdominal e pelve.
- Aspectos topográficos das vísceras, nervos e vasos.
- Microscopia dos Tecidos I Paulo
- Histofisiologia dos Tecidos Cartilaginosa e Óssea
- Microscopia dos Tecidos II
- Histofisiologia dos Tecidos Muscular e Neural
- Microscopia dos Tecidos III
- Histofisiologia do Sistema Cardiovascular.
- Microscopia (IV) do Sistema Cardiovascular
- Biologia dos Tecidos e Organização Tecidual
- Potencial de membrana / Potencial de ação
- Sinapse
- Neurotransmissores
- Sistema nervoso autônomo
- Excitabilidade Cardíaca - Hemodinâmica
- Ciclo Cardíaco / Pressão arterial
- Prática: pressão arterial e ausculta cardíaca
- Eletrocardiograma I: fundamentos e aplicações
- Eletrocardiograma II: fundamentos e aplicações

## **EL212 - Política Educacional: Organização da Educação Brasileira**

### **Bibliografia:**

- ADRIÃO, T., GARCIA, Teise, BORGHI, R., ARELARO, L. R. G. Sistemas apostilados e gestão privada da educação pública em São Paulo. Educação & Sociedade (Impresso). v.108, p.183 - 198, 2009
- ADRIÃO, T., PERONI, Vera. A educação pública e sua relação com o setor privado: implicações para a democracia educacional. Retratos da Escola. , v.3, p.107 - 116, 2009.
- AZANHA, José M. P. Educação alguns escritos. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1987.
- BRASIL, *Decreto 6.094* de 24 de abril de 2007. "Dispõe sobre a implementação do Plano de Metas Compromisso Todos pela Educação, pela União Federal, em regime de colaboração com Municípios, Distrito Federal e Estados, e a participação das famílias e da comunidade, mediante programas e ações de assistência técnica e financeira, visando a mobilização social pela melhoria da qualidade da educação básica."
- BRASIL, *Decreto 6755* de 29 de Janeiro de 2009. Institui a Política Nacional de Formação de Profissionais do Magistério da Educação Básica.
- BRASIL, *Lei 9394/96* – Lei de Diretrizes e Bases da Educação.
- BRASIL, *Lei 9424/96* – Estabelece o Fundo de Desenvolvimento do Ensino Fundamental e Valorização do Magistério.
- BRASIL – Ministério da Educação. Plano Nacional de Educação – PNE (2011 -2020). Disponível em: [http://fne.mec.gov.br/images/pdf/notas\\_tecnicas\\_pne\\_2011\\_2020.pdf](http://fne.mec.gov.br/images/pdf/notas_tecnicas_pne_2011_2020.pdf)
- BRASIL, Plano de Desenvolvimento da Educação: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=content&task=view&id=593&Itemid=910&sistema=1>, acesso em: 5 de março de 2009.
- CALLEGARI, Cesar (org.). *O FUNDEB e o Financiamento da educação pública no Estado de São Paulo*. 2ª Edição, São Paulo: Ground: APEOESP, 2007.
- CAMPOS, C.M. *Gestão escolar e docência*. Ed. Paulinas.

- MONTEIRO, E.; MOTTA, A. Gestão escolar: perspectivas, desafios e função social, LTC, 2013.
- CUNHA, L. A R. da. Educação e Desenvolvimento Social no Brasil. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1975.
- EDNIR, M. e BASSI, Marcos. Bicho de Sete Cabeças: Para Entender o Financiamento da Educação Brasileira, Madza Ednir e Marcos Bassi, 176 págs., Ed. Peirópolis
- FÁVERO, Osmar. A educação nas constituições brasileiras. Campinas. Autores Associados, 1996.
- FREITAS, L. C. Políticas de avaliação no Estado de São Paulo: o controle do professor como ocultação do descaso. *Educação e Cidadania*, v.8, n.1, 2009.
- LOPES, Alice Casimiro. Políticas de Integração Curricular. RJ: Ed. UERJ, 2008.
- GALVÃO, C.; REIS, P. e FREIRE, S. A discussão de controvérsias sociocientíficas na formação de Professores. *Ciência & Educação*, v. 17, n. 3, p. 505-522, 2011.
- LIBÂNEO, JC; OLIVEIRA, JF e TOSCHI, MS. *Educação Escolar: políticas, estrutura e organização*. São Paulo: Cortez. 2006.
- REBOUL, O. Filosofia da Educação. São Paulo: Cia Editora Nacional, 1988
- SAVIANI, D. História das idéias Pedagógicas no Brasil. Campinas: Autores Associados, 2007.
- SAVIANI, Dermeval. Sistema Nacional de Educação e Plano Nacional de Educação. Campinas. Autores Associados, 2014.
- SAVIANI, Dermeval. Política educacional brasileira: limites e perspectivas. Revista de Educação PUC-Campinas, Campinas, n. 24, p. 7-16, junho 2008.
- TORRES, M.R. Melhorar a qualidade da Educação Básica ?: as estratégias do Banco Mundial. DE TOMASI, L.; WARDE, M.J.; HADDAD,S (Orgs). O Banco Mundial e as políticas educacionais. São Paulo: Cortez. 1998.

### **Programa:**

#### **I – OBJETIVOS**

Esta disciplina objetiva contribuir para que o professor em formação se capacite para uma atuação consciente e efetiva no desempenho de seu papel profissional. Para tanto pretende:

Analisar as políticas educacionais numa perspectiva histórica;

Propiciar a reflexão sobre a importância de se entender a educação, em uma perspectiva de totalidade, explicitando os determinantes sociais, econômicos, políticos e culturais;

Analisar a organização do ensino no Brasil a partir dos aspectos legais e organizacionais;

4. Analisar a organização e funcionamento dos sistemas de ensino, identificando o inter-relacionamento entre os elementos que participam do processo educacional;

#### **II – CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

História da Educação Brasileira no contexto da legislação.

Limites e perspectivas da Política Educacional no Brasil

Estado, Sociedade e educação: perspectiva histórica

Concepções pedagógicas no Brasil

Educação nas Constituições Brasileiras

Políticas Públicas e Educação.

Globalização e Reforma do Estado: as reformas educacionais

Política educacional na perspectiva neoliberal

A influência dos organismos internacionais

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional 9394/96

A organização do ensino: os níveis e modalidades

O regime de colaboração: união, estados e municípios

Descentralização e desconcentração

Municipalização do ensino

O Financiamento da Educação: do FUNDEF ao FUNDEB.

Atual agenda da política educacional brasileira

Políticas de governo e políticas de Estado

A influência dos organismos internacionais

Relações entre o público e o privado em Educação: empreendedores empresariais e a fragilização do setor público

Plano Nacional de Educação – PNE: metas e perspectivas

O Profissional da Educação na política educacional: formação, valorização e carreira.

III – PROCEDIMENTOS

O curso será desenvolvido por intermédio de aulas expositivas, seminários, exposições dialogadas, leituras de textos, trabalhos de reflexão individual e em grupo.

Serão estimuladas as comunicações inter-pessoais, cujos conteúdos contribuam para o desenvolvimento do interesse do aluno em relação às disciplinas e área de estudos que extrapolem seus cursos de origem. Recorrer-se-á ao relacionamento constante entre o conteúdo desenvolvido e as experiências e vivências acumuladas pelo próprio aluno.

IV – AVALIAÇÃO

A avaliação será contínua, referindo-se ao desempenho global do aluno em estudos prévios, participação nas atividades de classe (questões, seminários e trabalhos escritos vinculados as leituras propostas). No decorrer do curso será aplicada uma avaliação parcial sobre o conteúdo em estudo. Haverá um trabalho final escrito além de uma avaliação geral do curso.

## **EL213 - LIBRAS e Educação de Surdos**

### **Bibliografia:**

- ARANTES; Valéria Amorim (org). Coleção Pontos e Contrapontos. São Paulo: Summus, 3ª edição, 2007.
- BERNARDINO, Elidéa Lúcia Almeida. O uso de classificadores na língua de sinais brasileira. REVEL, v.10, n.19, 2012. [www.revel.inf.br].
- BOTELHO, Paula. Segredos e silêncios na Educação de Surdos. Belo Horizonte: Autêntica, 1998.
- CAVALCANTI, Marilda do Couto. Estudos sobre Educação Bilíngüe e Escolarização em Contextos de Minorias Lingüísticas no Brasil. D.E.L.T.A., vol. 15, no especial, 1999, p.385-417.
- CAPOVILLA, Fernando Cesar; CAPOVILLA, Alessandra Gotuzzo Seabra. Leitura de estudantes surdos: desenvolvimento e peculiaridades em relação à de ouvintes. ETD – Educação Temática Digital, Campinas, v.7, n.2, junho de 2006, p.218-228. Disponível em: <http://www.fae.unicamp.br/revista/index.php/etd/issue/view/133> Acesso em: 01 de ago. 2006.
- DECRETO 5.626 de 22 de dezembro de 2005. Brasília: MEC, 2005.
- FOUCAULT, Michel. Vigiar e punir. 9ª ed. Petrópolis: Vozes, 1991.
- GATTI, Bernadete e BARRETO, E SS. Professores do Brasil: impasses e desafios. Brasília:UNESCO,2009.
- GÓES, Maria Cecília Rafael de. Linguagem, surdez e educação. Campinas: Autores Associados, 1996.

- GRUPO DE PESQUISA DE LIBRAS E CULTURA SURDA BRASILEIRA. A cultura e a Comunidade dos Surdos Brasileiros. Revista FENEIS, n.3, jul/set. 1999, p.14-15.
- LÍNGUA BRASILEIRA DE SINAIS. Brasília: SEESP/MEC, 1998.
- LINS, Heloisa de Matos. Algumas considerações sobre o desenvolvimento da atividade de leitura e a constituição do leitor surdo. ETD – Educação Temática Digital, Campinas, v.7, n.2, junho de 2006, p. 65-75. Disponível em: <http://www.fae.unicamp.br/revista/index.php/etd/issue/view/133>
- SOUZA, Regina Maria; SILVESTRE, Núria. Educação de Surdos. In:

**Programa:**

**Objetivos:**

analisar a história da educação de surdos, políticas públicas e suas implicações educacionais; refletir a respeito da prática docente nesse contexto bilíngue (Libras/Português); construir conhecimentos introdutórios de LIBRAS e formas de comunicação em LIBRAS; possibilitar ao aluno o uso de LIBRAS em contextos reais de comunicação;

**Conteúdos**

história da educação de surdos;  
políticas públicas e linguísticas na área da surdez;  
-língua, cultura, discurso e sujeito;  
língua escrita em LIBRAS e em português;  
diferença entre contexto escolar bilíngue e escola bilíngue;  
estudo dos aspectos linguísticos que constituem a LIBRAS;  
educação bilíngue de minorias;  
processos tradutórios e práticas pedagógicas; -comunidades surdas e suas produções culturais; - inclusão/exclusão.

**Avaliação**

prova teórica;  
prova prática de compreensão e produção em LIBRAS.

**EL285 - Conhecimento em Física Escolar I**

**Bibliografia:**

- ALMEIDA, Maria José P. M A luz: enfoque no ensino médio e representações de estudantes, In Pro - Posições 7 (1) 1996, 34 - 40.
- ALMEIDA, Maria José P. M. Lendo um físico na escola. In: Discursos da ciência e da escola ideologia e leituras possíveis . Campinas: Mercado de Letras: Campinas 2004. 95 - 126.
- KUHN, Thomas S. A função do dogma na investigação científica. In: DEUS, Jorge Dias de (Org.) A crítica da ciência . Rio de Janeiro: Zahar editores, 1974. p. 51 - 66.
- NARDI, Roberto; ALMEIDA, Maria José P. M. Investigação em Ensino de Ciências no Brasil segundo pesquisadores da área: alguns fatores que lhe deram origem. Pro - Posições , v. 18, n.1 (52) - 2007. 213 - 226.
- PEDUZZI, Luiz O. Q. Sobre a utilização didática da história da ciência. In Pietrocola, M. (Org.) Ensino de Física : conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora . Florianópolis: Editora da UFSC, 2001, 125 - 150.
- PENA, Fábio L. A. Por que, nós professores de física do ensino médio, devemos inserir tópicos e idéias de física moderna e contemporânea na sala de aula? Revista Brasileira de Ensino de Física , v.28, n.1 2006. p1 - 2.
- ROBILOTTA, Manoel Roberto; O cinza, o preto – da relevância da história da ciência no ensino da física, Cad. Cat. Ens. Fís. Florianópolis, 5(número especial) 7 - 22, jun 1988.

- SOUZA CRUZ, Sonia Maria; Zylberstajn, Aden. O Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade e a Aprendizagem Centrada em Eventos. In Pietrocola, M. (Org.). Ensino de Física: Conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001, 171 - 196.
- ZANOTTELLO, Marcelo; ALMEIDA, Maria José P. M. Produção de sentidos e possibilidades de mediação na física do ensino médio: leitura de um livro sobre Isaac Newton. Revista Brasileira de Ensino de Física. 29 (3) 437 - 446. 2007

**Programa:**

Objetivos: Contribuir para que o licenciando:

- 1) Analise criticamente e se posicione quanto às suas representações sobre ciência e ensino, e especialmente sobre o ensino da física no grau médio;
- 2) Numa pesquisa em ensino de física, compreenda o funcionamento de suas partes (objetivos, procedimentos, aportes teóricos e resultados);
- 3) Analise criticamente alguns aspectos da produção científica e suas relações com o conhecimento escolar;

Atividades Previstas (25/02 a 29/04): participação em exposições orais, leituras coletivas, e assistência de vídeos; leituras individuais; participação em discussões em pequenos grupos ou com a classe toda; elaborações escritas de análise e síntese de textos; produção e solução de questões relativas aos conteúdos trabalhados na disciplina.

**EL511 - Psicologia e Educação**

**Bibliografia:**

- AZZI, R.G. & SADALLA, A.M.F. Psicologia e formação docente: desafios e conversas; São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002.
- PLACCO, V.V.M.N.S. (Org.) Psicologia & Educação – Revendo Contribuições. 4ª ed. São Paulo: Edduc – Editora da PUV\_SP, 2007.
- VYGOTSKY, L. A formação social da mente. São Paulo: Martins Fontes, 1987.
- SAWAYA, S.M. (2002) Novas perspectivas sobre o sucesso e o fracasso escolar. In Oliveira, M.K.; Rego, T.C.; Souza, D.T.R. (org.) Psicologia, educação e as temáticas da vida contemporânea. São Paulo: Moderna.
- RAMOZZI-CHIAROTTINO, Z. Os “estágios” do desenvolvimento da inteligência. Coleção Memória da Pedagogia: Jean Piaget (nº1). Rio de Janeiro: Ediouro; São Paulo: Segmento-Dueto, 2005.
- GUIMARÃES, S.E.R. (2001) Motivação intrínseca, extrínseca e o uso de recompensas em sala de aula. In Boruchovicht, E.; Bzuneck, J.A. (orgs). A motivação do aluno – contribuições da Psicologia Contemporânea. Petrópolis: Vozes.
- DELVAL, J. (2003) Jean Piaget: Construtivismo. Pedagogias do século XX. Porto Alegre: ArtMed.
- NAVES, M.L.P. (2010) Piaget e as Ideias Modernas sobre Educação: Um Estudo dos Escritos Educacionais de Jean Piaget Publicados entre os Anos de 1920 a 1940. Cadernos de História da Educação. Uberlândia: v. 9, n. 2, p. 455-464, jul./dez. 2010. Disponível em:
- SINGER, H. Aprendendo em liberdade. In: Angela Maria Souza Martins e Nailda Marinho da Costa Bonato (org.), Trajetórias Históricas da Educação, Rio de Janeiro: Rovel Ed, abril, 2009.
- VINHA, T.P.; MANTOVANI DE ASSIS, O.Z. O direito de aprender a conviver: O ambiente escolar e o desenvolvimento da autonomia moral segundo a perspectiva construtivista. Anais do XXIV Encontro Nacional de Professores do Proepre: O direito de Aprender. Campinas, SP: Faculdade de Educação, Unicamp; Art Point, 2008.

**Programa:**

## Objetivos

### Geral:

Compreender e analisar as contribuições da Psicologia para a práxis pedagógica do professor, considerando os aspectos institucionais relacionados ao cotidiano e à gestão escolar.

### Específicos:

Identificar e analisar as contribuições de diferentes perspectivas teóricas em relação ao processo de ensino, aprendizagem e desenvolvimento;

Compreender os mecanismos envolvidos na aquisição do conhecimento, nas relações interpessoais e suas implicações para atuação docente;

Identificar e analisar as condições de mediação envolvidas no espaço escolar e suas relações com o processo de ensino-aprendizagem.

### Programa[1]

O programa será desenvolvido em dois eixos articulados que visam apresentar e discutir as diferentes perspectivas teóricas: a construtivista e a histórico-cultural.

Perspectivas teóricas em Psicologia: Pluralidade teórica da Psicologia

Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky

Contextualização histórica e elementos biográficos de Vygotsky

O instrumento e o símbolo no desenvolvimento da criança

Internalização das funções psicológicas superiores

A discussão sobre o inato e o adquirido

O desenvolvimento e a aprendizagem

O papel do brincar no desenvolvimento

Pensamento e linguagem

Implicações educacionais

Um panorama atual das escolas no Brasil: avanços e dificuldades

A teoria construtivista de Piaget

A epistemologia Genética de Piaget

Os processos Cognitivos Básicos e os fatores do desenvolvimento

A construção da personalidade

As relações entre afetividade, moralidade e cognição

Implicações educacionais

Os conflitos interpessoais

As regras

A relação escola e família

O clima escolar

Aproximação da instituição educativa

Psicologia e Educação: aspectos históricos e cenário atual

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Apresentação dialogada de temas pelos professores

Análise de situações-problema

Discussão de leituras realizadas

Relatos de experiências

Debates

Elaboração e apresentação de seminários

Atividades práticas (30 horas)

Trata-se de uma aproximação à realidade escolar que visa ao conhecimento das concepções e vivências dos agentes envolvidos no cenário educativo, problematizando a relação entre os conteúdos teóricos tratados na disciplina e a prática do professor.

Serão realizadas por meio de entrevistas com professores, especialistas e alunos; observação em escolas e trabalhos em grupo.

Apresentação dos seminários: 9, 16 e 23 de novembro

Entrega do trabalho final: 30 de novembro

Avaliação

A avaliação é processual, envolvendo a realização das propostas e atividades em sala de aula, elaboração e apresentação dos seminários, realização do trabalho final nas escolas, autoavaliação e avaliação do grupo. Não há exame.

Considera-se frequência mínima de 75%. O aluno que não participar do trabalho final estará automaticamente reprovado.

### **EL683 - Escola e Cultura**

#### **Bibliografia:**

- BOURDIEU, Pierre. Futuro de classe e a causalidade do provável. In : NOGUEIRA, Maria Alice ; CATANI, Afrânio (Orgs.). *Pierre Bourdieu : Escritos de Educação*. Petrópolis : Vozes, 2008. p. 81-126.
- BOURDIEU, Pierre. Os três estados do capital cultural. In : NOGUEIRA, Maria Alice ; CATANI, Afrânio (Orgs.). *Pierre Bourdieu : Escritos de Educação*. Petrópolis : Vozes, 2008. p. 71-79.
- WACQUANT, Loïc. Lendo o “capital” de Bourdieu. *Educação & Linguagem*, São Paulo, Ano 10, n. 16. p. 37-62, jul.- dez. 2007.
- AGUIAR, F.; DORIA, O. (orgs.). *A escola e a letra*. São Paulo: Boitempo, 2009.
- ARIÈS, P. A vida escolástica. In: \_\_\_\_\_. *História social da criança e da família*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1981.
- CANDAU, V. M. (org.). *Linguagens, espaços e tempos no ensinar e aprender*. 2. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2001.
- CERTEAU, M. A cultura e a escola. In: \_\_\_\_\_. *A cultura no plural*. Campinas: Papirus, 1995.
- VIÑAO FRAGO, A.; ESCOLANO, A. *Currículo, espaço e subjetividade*. Rio de Janeiro: DP&A, 1998.
- SOUZA, R. F.; VALDEMARIN, V. T. (orgs.). *A cultura escolar em debate: questões curriculares, metodológicas e desafios para a pesquisa*. Campinas: Autores Associados, 2005.
- FERNANDES, R. Cultura de escola: entre as coisas e as memórias. *Revista Pro-Posições*, v. 16, n. 1 (46), jan/abr. 2005, p. 19-39. Janeiro: DP&A, 2001.
- HAMILTON, D. Notas de lugar nenhum: sobre os primórdios da escolarização moderna. *Revista Brasileira de História da Educação*, n. 1, jan./jun. 2000, p. 45-73.
- HILSDORF, M. L. S. O aparecimento da escola moderna: uma história ilustrada. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.
- JULIA, D. A cultura escolar como objeto histórico. *Revista Brasileira de História da Educação*, n. 1, jan./jun. 2000, p. 9-44.
- TANURI, L. História da formação de professores. *Revista Brasileira de Educação*, n. 14, mai./ago. 2000, p. 61-89.
- SAVIANI, Dermeval. *A nova lei a educação: trajetória, limites e perspectivas*. Campinas, S.P.: Autores Associados, 1997.

- SOUZA, R. F.; VALDEMARIN, V. T. (orgs.). A cultura escolar em debate: questões curriculares, metodológicas e desafios para a pesquisa. Campinas: Autores Associados, 2005.
- VALENTE, Ana Lúcia. Ação afirmativa. Relações raciais e educação básica. In Anped. Revista Brasileira de Educação, 2005, n 28 p.62 a 76.

**Programa:**

**Objetivos:**

- Debater conceitos de cultura e diferença a partir de teóricos contemporâneos; - Pensar, a partir de produções fotográficas e do cinema, sobre formas de ver e dizer sobre o outro na educação; - Reconhecer a escola como espaço de encontro, de conflitos, de diálogo e produção de múltiplos saberes e identidades.- Debater sobre as relações entre culturas, saberes e temas do currículo escolar.

**Temas:**

1. Cultura escolar e o olhar sobre o outro - pensamentos sobre a escola moderna; 2. A cultura como um modo de ver; 3. Cultura, culturas e educação: a realidade como produção cultural - 43. Pensamentos sobre/com imagem em produções artísticas contemporâneas. - 5. As relações entre a escola e as diversas representações e identidades culturais que perpassam aspectos ligados à gênero, etnia, religiosidade, opção sexual, regionalismos, comunidades jovens e de suas expressões nos modos de falar, vestir, ver e perceber o mundo; - 6. A escola como espaço de encontro entre identidades culturais e subjetividades abertas às desestabilizações na diferença.

**Metodologia:**

Aula expositiva dialogada a partir de referenciais teóricos do campo da educação, filosofia da diferença e estudos da imagem. Apresentação e discussão de textos, filmes e exposições fotográficas que tratam da escola e das culturas.

**Avaliação:**

- Entrega de resumos aulas
- Ensaio e reflexões de textos e imagens
- Trabalho final (trios): criação e apresentação de um roteiro de 5 aulas que envolva temas curriculares em diálogo com questões culturais. O trabalho deve conter reflexões a partir das leituras e debates realizados na disciplina.
- 75% de frequência na disciplina

**EL685 - Conhecimento em Física Escolar II**

**Bibliografia:**

- AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella de. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa. (Org.). Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Thomson, 2006. Disponível em <https://www.fe.unicamp.br/revistas/ged/etd/article/view/6393>
- BAPTISTA, Mónica Luisa Mendes. Concepção e implementação de atividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino básico. Tese de doutorado. Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, 2010. Disponível em <http://hdl.handle.net/10451/1854>
- FERNANDES, D. (2011). Articulação da aprendizagem, da avaliação e do ensino: Questões teóricas, práticas e metodológicas. In J. M. DeKetele e M. P. Alves (Orgs.), *Do currículo à avaliação, da avaliação ao currículo* (pp. 131-142). Porto: Porto Editora. Disponível em [http://www.ie.ulisboa.pt/portal/page?\\_pageid=406,1298536&\\_dad=portal&\\_schema=P](http://www.ie.ulisboa.pt/portal/page?_pageid=406,1298536&_dad=portal&_schema=PORTAL)  
[ORTAL](http://www.ie.ulisboa.pt/portal/page?_pageid=406,1298536&_dad=portal&_schema=P)
- GARCIA, T.M.F. B.; NASCIMENTO, F. E. A didática e os manuais para ensinar a ensinar

a Física. In IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE; III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia, 26 a 29 de outubro de 2009, PUC-Paraná. Disponível em [www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/3627\\_2037.pdf](http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/3627_2037.pdf)

- LIBÂNEO, L.C. Conteúdos, formação de competências cognitivas e ensino com pesquisa; unindo ensino e modos de investigação. Disponível em [www.prg.usp.br/wp-content/uploads/caderno11.pdf](http://www.prg.usp.br/wp-content/uploads/caderno11.pdf)
- ROSA, C.W., ROSA, A.B. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 4 Nº 1 (2005). Disponível em [reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART2\\_Vol4\\_N1.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART2_Vol4_N1.pdf)
- ZAMBON, L.B, TERRAZZAN, E.A. Recursos didáticos diversos no ensino de física: uma proposta para o ensino do conceito de corrente elétrica. Disponível em [posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienepec/pdfs/1516.pdf](http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienepec/pdfs/1516.pdf)

### **Programa:**

#### **Objetivos:**

Refletir sobre as condições de articulação entre ensino e aprendizagem.

Conhecer e analisar unidades de ensino sobre diferentes conteúdos de física com base em sua organização didática.

Elaborar e problematizar sequências didáticas sobre diferentes conteúdos de física.

#### **Objetivos específicos**

Instaurar uma discussão acerca de questões envolvidas com uma prática docente que privilegie um tratamento inovador dos conteúdos de Física;

Contribuir para uma organização mais flexível do ensino de Física no ensino Médio, bem como para uma compreensão global das relações entre a Física, a tecnologia e os problemas contemporâneos.

Contribuir para o exercício do magistério, criando condições para que os alunos reflitam sobre suas visões acerca da construção do trabalho científico e do ensino de Física.

Alcançar algumas conclusões de consenso.

#### **Conteúdos**

A Ciência como corpo de conhecimento estruturado e seu(s) método(s) de produção de conhecimento.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), a Base Nacional Curricular Comum e o ensino de Física.

Produção de materiais didáticos de Física no Brasil.

A avaliação nacional dos livros didáticos pelo MEC.

As atividades práticas: grau de abertura, explorações, construção de modelos físicos, investigações, preparação e acompanhamento das atividades.

Unidades Didáticas: conceituação e discussão dos principais elementos para sua elaboração.

As concepções prévias e o ensino de Física.

Resolução de problemas.

A relação Ciência, Tecnologia e Sociedade

### **EL774 - Estágio Supervisionado I**

#### **Bibliografia:**

- ABRAMOVAV, M. et alii (2006) – *Cotidiano das escolas: entre violências*. Brasil:UNESCO-MEC: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001452/145265por.pdf>
- BOURDIEU, P. “A escola conservadora: as desigualdades frente à escola e à cultura” Escritos de educação. (Org) M. A. Nogueira e A. Catani, Petrópolis: Editora Vozes, 1998.
- BRASIL. *Lei de Diretrizes de Base da Educação Nacional*. Lei n. 9394 de 20 dez de 1996.

- CHARLOT, Bernard. O professor na sociedade contemporânea: um trabalhador da contradição. Revista da FAEEBA: educação e contemporaneidade, Salvador, v. 17, n. 30, jul./dez. 2008.
- COSTA, Marisa V. *Trabalho docente e profissionalismo*. Porto Alegre, Sulina, 1995.
- FIORENTINI, D. Diários e narrativas reflexivos sobre a prática de ensinar e aprender. In: KLEINE, M.U; MEGID NETO, J. (Org.). *Fundamentos de Matemática, Ciências e Informática para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental I*. Vol. 2, Campinas: FE/Unicamp, 2010, p. 107-119.
- FREITAS, L. C. Políticas de avaliação no Estado de São Paulo: o controle do professor como ocultação do descaso. *Educação e Cidadania*, v.8, n.1, 2009.
- OLIVEIRA, Dalila A. Mudanças na organização e na gestão do trabalho na escola. In: OLIVEIRA, D A. e ROSAR, F.F. (orgs). *Política e gestão da educação*. Belo Horizonte: Autêntica, 2002. pp. 125-143.
- TRAGTENBERG, Mauricio. A escola como organização complexa. *Sobre Educação, Política e Sindicalismo 3ª* edição revisada. São Paulo: Editora UNESP. 2004.
- HYPOLITO, Alvaro Moreira. Processo de trabalho na escola: Algumas categorias para análise. *Teoria & Educação*, n. 4, Porto Alegre, RS: Pannonica Editora Ltda. 1991. p. 3-21.
- DAYRELL, Juarez, A escola como espaço sócio-cultural. In: DAYRELL, J. (org.). *Múltiplos olhares sobre educação e cultura*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1996. p. 137-161
- GOMES, Marineide de Oliveira,(org). *Estágio na formação de professores*. São Paulo: Edições Loyola, 2011.
- GARRIDO PIMENTA, Selma. *Estágio e docência*. São Paulo: Cortez, 2011

### **Programa:**

#### **Objetivos:**

Possibilitar aos estudantes contato com o trabalho profissional em diferentes instâncias educativas. Para tanto, deverão conhecer as características desse trabalho, das formas mais diversificadas possíveis, para pensarem, planejarem e desenvolverem atividades em diferentes espaços da instituição que os recebeu. Estas atividades podem ser desenvolvidas não apenas em sala de aula, ou no âmbito exclusivo de suas disciplinas curriculares, mas sim no âmbito institucional do campo de estágio.

Conhecer os processos que envolvem a gestão e a organização do trabalho na instituição escolhida para o estágio a partir do acompanhamento, observação, bem como, colaboração com as práticas de gestão desenvolvidas pelos membros da equipe gestora.

#### **Metodologia:**

A partir de uma cooperação com o corpo pedagógico da instituição e seus usuários, o estagiário deverá discutir, planejar e desenvolver ações educativas acompanhadas pelos profissionais do campo de estágio e pelos professores responsáveis pela disciplina na universidade, seja na fase de planejamento, execução ou avaliação. Serão etapas deste processo:

Descrever e analisar as práticas de ensino e aprendizagem vigentes, para conhecer e compreender suas características e seus problemas e desafios.

Projetar e desenvolver um plano de intervenção na prática escolar da instituição que os acolheu, prevendo o desenvolvimento do mesmo; tais atividades podem ser desenvolvidas tanto em sala de aula nas diferentes disciplinas curriculares, como em outros espaços educativos dentro do campo de estágio, sempre com a supervisão dos profissionais da escola.

Documentar as ações de intervenção e analisá-las/interpretá-las coletivamente tanto no âmbito escolar quanto no âmbito da turma de estágio na Unicamp.

Escrever o relatório final de estágio e socializar as experiências de estágio com a comunidade escolar e acadêmica.

Avaliação:

Os alunos serão avaliados pelo conjunto das produções (textos; resenhas; sínteses e relatórios de leitura; produções audiovisuais; etc.) ao longo do semestre e seu desempenho nas atividades de campo. Um relatório contendo a descrição das atividades e uma reflexão sobre os sentidos destas para a formação deverá ser elaborado e entregue ao responsável pela disciplina, e posteriormente anexado ao sistema SAE.

## **EL874 - Estágio Supervisionado II**

### **Bibliografia:**

- ABRAMOVAV, M. et alii (2006) – *Cotidiano das escolas: entre violências*. Brasil:UNESCO-MEC: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001452/145265por.pdf>
- BOURDIEU, P. “A escola conservadora: as desigualdades frente à escola e à cultura” Escritos de educação. (Org) M. A. Nogueira e A. Catani, Petrópolis: Editora Vozes, 1998.
- BRASIL. *Lei de Diretrizes de Base da Educação Nacional*. Lei n. 9394 de 20 dez de 1996.
- CHARLOT, Bernard. O professor na sociedade contemporânea: um trabalhador da contradição. Revista da FAEEBA: educação e contemporaneidade, Salvador, v. 17, n. 30, jul./dez. 2008.
- COSTA, Marisa V. *Trabalho docente e profissionalismo*. Porto Alegre, Sulina, 1995.
- FREITAS, L. C. Políticas de avaliação no Estado de São Paulo: o controle do professor como ocultação do descaso. *Educação e Cidadania*, v.8, n.1, 2009.
- OLIVEIRA, Dalila A. Mudanças na organização e na gestão do trabalho na escola. In. OLIVEIRA, D A. e ROSAR, F.F. (orgs). *Política e gestão da educação*. Belo Horizonte: Autêntica, 2002. pp. 125-143.
- TRAGTENBERG, Mauricio. A escola como organização complexa. *Sobre Educação, Política e Sindicalismo* 3ª edição revisada. São Paulo: Editora UNESP. 2004.
- HYPOLITO, Alvaro Moreira. Processo de trabalho na escola: Algumas categorias para análise. *Teoria & Educação*, n. 4, Porto Alegre, RS: Pannonica Editora Ltda. 1991. p. 3-21.
- DAYRELL, Juarez, A escola como espaço sócio-cultural. In: DAYRELL, J. (org.). *Múltiplos olhares sobre educação e cultura*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1996. p. 137-161
- GOMES, Marineide de Oliveira,(org). *Estágio na formação de professores*. São Paulo: Edições Loyola, 2011.
- GARRIDO PIMENTA, Selma. *Estágio e docência*. São Paulo: Cortez, 2011

### **Programa:**

#### **Objetivos**

Durante o Estágio Supervisionado II, os estudantes deverão produzir, em grupos de até 4 componentes, uma pesquisa exploratória, que poderá ser uma continuidade ou desdobramento do trabalho desenvolvido em Estágio Supervisionado I. Por meio dessa pesquisa exploratória, serão articuladas as dimensões da pesquisa, da observação da prática educativa e da teoria.

Os campos deverão ser, preferencialmente, escolas de Ensino Fundamental e Ensino Médio. Serão estimuladas as abordagens comparativas. As questões específicas dos projetos de estágio deverão, prioritariamente, abordar os seguintes temas:

→ relações entre desigualdades sociais, econômicas, culturais e urbanas e desigualdades educacionais;

→ reprodução e produção de desigualdades no meio escolar; → implicações e significados dos saberes escolares;

→ trabalho docente: o prescrito, o realizado e o possível.

#### Avaliação

Os alunos serão avaliados pelos seguintes quesitos:

→ cumprimento das horas de atividade no campo de estágio;

→ frequência nas sessões de orientação e nos dias de seminário;

→ realização das atividades parciais (pré-projeto, apresentações para o grupo e leituras teóricas);

→ apresentação dos resultados para o grupo; → relatório final.

#### Plano de aula

Aulas 1, 2, 3: formação dos grupos e definição dos temas de investigação e dos campos de estágio.

Aulas 4 e 5: orientação dos grupos

Aula 6: apresentação de relatos sobre os campos de estágio e discussão de texto de interesse comum

Aulas 7 e 8: orientação dos grupos

Aula 9: apresentação de relatos sobre os campos de estágio e discussão de texto de interesse comum

Aulas 10 e 11: orientação dos grupos

Aula 12: apresentação de versão preliminar do relatório de estágio

Aulas 13 e 14: orientação dos grupos

Aula 15: apresentação final do relatório de estágio

### **EL884 - Práticas Pedagógicas em Física**

#### **Bibliografia:**

- GALVÃO, C.; REIS, P. e FREIRE, S. A discussão de controvérsias sociocientíficas na formação de Professores. *Ciência & Educação*, v. 17, n. 3, p. 505-522, 2011.
- SULAIMAN, S. N. Educação Ambiental, sustentabilidade e ciência: o Papel da Mídia na Difusão dos Conhecimentos Científicos. *Ciência & Educação*, v. 17, n. 3, p. 645-662, 2011.
- PICCININI, C. L. O discurso sobre a consciência em Memórias de Educadores Ambientais. *Ciência & Educação*, v. 17, n. 3, p. 679-692, 2011
- LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. O laboratório didático a partir da perspectiva a partir da Perspectiva da Multimodalidade Representacional. *Ciência & Educação*, v. 17, n. 3, p. 721-734, 2011
- MARTINS, R. A. Arquimedes e a Coroa do Rei: Problemas Históricos. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.17, n.2 p.115-121, ago.2000.

#### **Programa:**

1. Uso de Vídeos em sala de aula

2. Atividades experimentais

3. Uso da História da Ciência

4. Uso da tríade CTS em sala de aula

5. Educação para o Consumo

#### Avaliação:

1. Presença e participação nas aulas – 2,0 pontos.

2. Escritas de resenhas dos textos estudados – 4,0 pontos.

3. Realização de atividades – 4,0 pontos

As resenhas devem ser enviadas por e-mail (dirceuds@gmail.com) até às 24h do domingo que antecede a aula. Envios fora do prazo serão desconsiderados.

Por resenha se entende que se deve escrever com as suas próprias palavras um texto de uma página com as ideias principais do texto. A resenha difere de um resumo, no que consiste na

liberdade da escrita. No resumo segue-se o padrão do texto, na resenha podem-se incluir comentários.

Seminários: A turma deve ser dividida em cinco grupos para que cada um se responsabilize por apresentar um seminário. Deve-se fazer uma apresentação em PowerPoint com os aspectos principais do texto designado. A apresentação deve ser instigante para gerar debates na sala.

#### **MA044 - Matemática IV**

##### **Bibliografia:**

1. R. V. Churchill, Variáveis Complexas, McGraw-Hill.
2. L. Ahlfors, Complex Analysis, McGraw-Hill.
3. Murray R. Spiegel, Teoria e Problemas de Variáveis Complexas, Coleção Schaum, McGraw-Hill.
4. Chaim S. Hönl, Introdução às Funções de uma Variável Complexa, 4ª ed., Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1981. 168 pp.

##### **Programa:**

1. Números complexos. Definição, argumento de um número complexo, forma polar de um número complexo, complexos conjugados, raízes n-ésimas de um número complexo, fórmula de De Moivre, os números complexos e a geometria analítica, projeção estereográfica. 2. Funções de uma variável complexa. Topologia no plano complexo, função de uma variável complexa, ramificações, limites de uma função de uma variável complexa, propriedades dos limites, continuidade, a derivada de uma função complexa de uma variável complexa, fórmulas de derivação. 3. Funções analíticas. Definição, equações de Cauchy-Riemann, condições suficientes, aplicações das equações de Cauchy-Riemann, funções harmônicas, harmônicas conjugadas, polinômios, funções racionais. 4. Funções complexas elementares. Função exponencial, funções trigonométricas, funções hiperbólicas, a função logarítmica complexa, ramos da função logaritmo, propriedades dos logaritmos complexos, expoentes complexos, funções trigonométricas inversas. 5. Integral complexa. Integrais definidas, curvas no plano complexo, integrais de linha, primitivas, teorema de Cauchy-Goursat, domínios simplesmente conexos e multiplamente conexos, fórmula integral de Cauchy, teorema de Morera, teorema de Liouville, teorema do módulo máximo, teorema fundamental da álgebra. 6. Seqüências e séries de números complexos. Seqüências convergentes e divergentes, séries convergentes e divergentes, critérios de convergência. 7. Séries de potências. Definição, convergência absoluta, convergência uniforme, integração e derivação de séries de potências, teorema de Abel, séries de Taylor, séries de Laurent, zeros de funções analíticas. 8. Teoria dos resíduos. Singularidades de uma função complexa, ponto singular isolado, ponto singular removível, pólos, resíduos, teorema dos resíduos, cálculo de integrais reais com aplicação de resíduos, princípio do argumento, teorema de Rouché. 9. Transformações. Transformações elementares, transformação linear fracionária, transformação conforme.

#### **MA111 - Cálculo I**

##### **Bibliografia:**

- G. Iezzi, C. Murakami, Fundamentos de Matemática Elementar, 3ª ed., Ed. Atual.
- J. Stewart, Cálculo, vol. 1
- L. Leithold, O cálculo com geometria analítica, vol. 1
- H.L. Guidorizzi, Um curso de cálculo, vol. 1

##### **Programa:**

1. Números reais. Desigualdades. Valor absoluto. Funções. Gráficos. Funções algébricas e trigonométricas.
2. Limites de seqüências reais. Limites e continuidade de funções reais. Teorema do valor intermediário. Funções exponencial e logarítmica.
3. Derivada. Teorema de Rolle e do valor médio. Estudo do gráfico de funções. Máximos e mínimos. Fórmula de Taylor. Diferencial.
4. Integral indefinida. Técnicas de integração. Noções de equações diferenciais.
5. Integral definida. Teorema fundamental do cálculo. Áreas, volumes e outras aplicações.

### **MA141 - Geometria Analítica e Vetores**

#### **Bibliografia:**

- P. Boulos e I. Camargo, Geometria analítica: um tratamento vetorial.
- Steinbruch, Geometria Analítica.

#### **Programa:**

1. Revisão sobre sistemas lineares e matrizes. Espaços de soluções. Sistemas homogêneos. 2. Sistemas de coordenadas. Distância, ângulo. Lugares geométricos no plano e no espaço. 3. Vetores no plano e no espaço. Operações com vetores. Noções sobre bases no plano e no espaço. Produto escalar, norma. Projeções. Produto vetorial, área e volume. Interpretação do determinante como área e volume. 4. Retas no plano e no espaço. Equações paramétricas e cartesianas. Posições relativas, distâncias e ângulos. Interseções. 5. Planos. Equações paramétricas e cartesianas. Vetor normal. Posições relativas, distâncias e ângulos. Interseções. 6. Círculos e esferas. Equações paramétricas e cartesianas. Reta e plano tangentes. Posições relativas, interseções. Famílias de círculos e esferas. Eixo e plano radicais. 7. Coordenadas polares, cilíndricas e esféricas. Mudança de coordenadas. 8. Curvas planas. Seções cônicas. Formas cartesianas e polar. Rotação de eixos, classificação da equação geral de segunda ordem em duas variáveis. 9. Introdução às superfícies quádricas. 10. Introdução à parametrização de curvas e superfícies. Noções sobre vetor tangente, velocidade e aceleração. 11. Revisão sobre sistemas lineares. Representação matricial. Escalonamento. Espaços de soluções. Sistemas homogêneos. 12. Vetores no plano e no espaço. Operações com vetores. Noções sobre bases no plano e no espaço. Produto escalar, norma e ângulo. Projeções. Produto vetorial, área e volume. 13. Retas no plano e no espaço. Equações paramétricas e cartesianas. Posições relativas, ângulos e interseções. 14. Planos. Equações paramétricas e cartesianas. Vetor normal. Posições relativas, ângulos e interseções. 15. Projeções ortogonais e distâncias. 16. Coordenadas polares, cilíndricas e esféricas. Mudança de coordenadas. 17. Curvas planas. Seções cônicas. Equação geral de segunda ordem em duas variáveis. 18. Autovalores e autovetores de matrizes. Diagonalização de matrizes simétricas. Classificação das cônicas. 19. Introdução às superfícies quádricas.

### **MA211 - Cálculo II**

#### **Bibliografia:**

1. C. H. Edwards Jr. e D. E. Penney, Cálculo com Geometria Analítica, Vols. 2 e 3, Prentice-Hall do Brasil, 1997.
2. H. L. Guidorizzi, Um Curso de Cálculo, Vols. II e III, LTC, 1991.
3. L. Leithold, O Cálculo com Geometria Analítica, Vol. II, 3ª Edição, Harbra, 1994.
4. A. Shenk, Cálculo e Geometria Analítica, Vol. II, Campus, 1985.

#### **Programa:**

1. Funções de várias variáveis. Domínios, curvas de nível e esboço de gráficos. Limite e continuidade. Derivadas parciais. Diferenciabilidade. Derivada direcional. Regra da cadeia. Funções implícitas. Fórmula de Taylor. Máximos e mínimos. Multiplicadores de Lagrange.
2. Integrais múltiplas. Integrais duplas e triplas. Mudança de variáveis. Integração em coordenadas cilíndricas e esféricas.
3. Curvas no plano e no espaço.
4. Integrais de linha. Independência de caminhos. Teorema de Green.
5. Integrais de superfície. Teoremas de Gauss e de Stokes. Aplicações.

### **MA311 - Cálculo III**

#### **Bibliografia:**

1. W. E. Boyce e R. C. Di Prima, Equações Diferenciais Elementares e Problemas de Valores de Contorno, Guanabara.
2. R. C. Bassanezi e W. C. Ferreira Jr., Equações Diferenciais com Aplicações, Harbra.
3. A. F. Neves e D. G. de Figueiredo, Equações Diferenciais Aplicadas, IMPA.
4. C. H. Edwards Jr. e D. E. Penney, Equações Diferenciais Elementares com Problemas de Contorno, Prentice-Hall do Brasil.

#### **Programa:**

1. Equações diferenciais ordinárias de primeira ordem. Equações lineares. Teorema de existência e unicidade. Equações separáveis, exatas, fatores integrantes. Outros métodos substitutivos. Equações homogêneas.
2. Equações diferenciais ordinárias lineares de ordem superior. Princípio da superposição. Wronskiano. Equações homogêneas com coeficientes constantes. Métodos: Coeficientes indeterminados, variação dos parâmetros. Redução de ordem. Equações de Euler.
3. Transformadas de Laplace. Solução de problemas de valor inicial. Funções degrau. Funções impulso. (Tópico opcional, ministrado apenas em algumas turmas). A integral de convolução.
4. Sistemas lineares. Método da transformada de Laplace. Método da eliminação. Método de autovalores. Método dos coeficientes indeterminados. Método de variação dos parâmetros.
5. Outros tópicos. Seqüências. Séries numéricas. Testes da integral, da comparação, do limite, da razão, da raiz, etc. Séries de potências. Séries de Taylor. Soluções de equações diferenciais ordinárias por séries de potências e por séries de Frobenius. Funções periódicas. Séries de Fourier. Equações diferenciais parciais. Problemas de fronteira. Equações da onda e do calor. Método de separação de variáveis. Equação de Laplace. Problema de Dirichlet. (Os dois últimos tópicos são opcionais, e ministrados apenas em algumas turmas.)

### **MA327 - Álgebra Linear**

#### **Bibliografia:**

1. Elon Lages Lima, Álgebra Linear, Coleção Matemática Universitária, 1995.
2. H. Domingues, C. A. Calioli e R. C. F. Costa, Álgebra Linear e Aplicações, Atual, 1982.
3. Howard Anton, Álgebra Linear, 3ª edição, Rio de Janeiro, 1982. 392 pp.
4. J. Pitombeira de Carvalho, Introdução à Álgebra Linear, Livros Técnicos e Científicos, 1974.
5. José Luiz Boldrini, Sueli I. Rodrigues Costa, Vera Lúcia Figueiredo e Henry G. Wetzler, Álgebra Linear, 3ª edição, Harbra-Harper & Row do Brasil, São Paulo, 1984. 411 pp.
6. K. Hoffman and R. Kunze, Álgebra Linear, Livros Técnicos e Científicos, 1970.

#### **Programa:**

1. Sistemas lineares. Revisão dos conceitos e métodos utilizados na resolução de sistemas lineares.
2. Espaços vetoriais reais. Definições, propriedades e exemplos.

3. Subespaços. Geradores. Soma e interseção de subespaços.
4. Base e dimensão. Dependência e independência linear. Espaços de dimensão finita.
5. Transformações lineares. Representação matricial. Núcleo e imagem.
6. Soma direta de subespaços. Projeções.
7. Autovalores e autovetores. Interpretação geométrica.
8. Produto interno. Ortogonalidade. Processo de ortonormalização de Gram-Schmidt. Desigualdade de Cauchy-Schwarz.
9. Adjunta de uma transformação linear.
10. Matrizes reais especiais. Simétricas, ortogonais.
11. Diagonalização. Aplicação à classificação de cônicas e quádricas.

## **MC102 Algoritmos e Programação de Computadores**

### **Bibliografia:**

- H. M. Deitel, P. J. Deitel. C - Como Programar, 6ª. edição, Pearson Education, 2011.
- T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, C. Stein. Algoritmos - Teoria e Prática, 3ª. edição, Editora Campus, 2012

### **Programa:**

Tópicos a serem estudados (preferencialmente nesta ordem):

- 1 – Organização básica de um ambiente computacional
- 2 – Variáveis, constantes e atribuições
- 3 – Entrada e saída de dados
- 4 – Expressões aritméticas, lógicas e relacionais
- 5 – Comandos condicionais
- 6 – Comandos de repetição
- 7 – Vetores e strings
- 8 – Matrizes
- 9 – Funções
- 10 – Escopo de variáveis
- 11 – Ponteiros e alocação dinâmica de vetores
- 12 – Algoritmos de ordenação (Selection Sort, Insertion Sort e Bubble Sort) 13 – Algoritmos de busca
- 14 – Tipos enumerados e registros
- 15 – Arquivos textos e binários
- 16 – Recursão

Tópicos opcionais:

- Enumeração e backtracking
- Algoritmos recursivos de ordenação (Merge Sort e Quicksort)

## **ME210 Probabilidade I**

### **Bibliografia:**

1. CHUNG, K. L. (1974); "Elementary Probability Theory with Stochastic Processes", Springer-Verlag.
2. FELLER, W. (1968); "An Introduction to Probability Theory and its Applications". 3th edition, Vol. 1, Wiley.
3. FISZ, M. (1963); "Probability Theory and Mathematical Statistics", Wiley.
4. HOEL, P. G.; PORT, S. C. & STONE, C. J. (1971); "Introduction to Probability Theory", Houghton-Mifflin.
5. ROSS, S. (1994); "A First Course in Probability". 4th edition, Prentice Hall.

### **Programa:**

1. Análise Combinatória. Introdução. O princípio básico de contagem. Permutações. Combinações. Distribuição de bolas em urnas.
2. Axiomas de probabilidade. Introdução. Espaços amostrais e eventos. Axiomas de probabilidade. Proposições. Espaços amostrais equiprováveis. Probabilidade como uma função de conjuntos contínuos. Probabilidade como uma medida de incerteza.
3. Probabilidade Condicional e Independência. Introdução. Probabilidade condicional. Fórmula de Bayes. Eventos Independentes.
4. Variáveis Aleatórias. Função distribuição. Variáveis aleatórias discretas. Valor esperado. Esperança de uma função. Função geratriz de probabilidade. Variância. Variáveis aleatórias de Bernoulli e binomial. Variável aleatória de Poisson. Outras distribuições discretas: Geométrica; Binomial Negativa; Hipergeométrica. Aproximação da binomial pela Poisson.
5. Variáveis Aleatórias Contínuas. Introdução. Esperança e variância de variáveis aleatórias contínuas. A variável aleatória uniforme. Variável aleatória normal. Variável aleatória Exponencial. Outras distribuições contínuas: Gama; Weibull; Cauchy; Beta. A distribuição de uma função de uma variável aleatória.

### **ME414 Estatística para Experimentalistas**

#### **Bibliografia:**

1. MORETTIN, P. A. & BUSSAB, W. O. (1984); "Estatística Básica", Atual Editora.
2. FONSECA, F. S. & MARTINS, G. A. (1980); "Curso de Estatística", Editora Atlas.
3. MEYER, P. G. (1978); "Probabilidade, Aplicações à Estatística", Livros Técnicos e Científicos Editora.
4. VIEIRA, S. & HOFFMANN, R. (1989); "Estatística Experimental", Editora Atlas.

#### **Programa:**

Programa:  
 Estatística Descritiva  
 Introdução  
 Variáveis Categóricas  
 Distribuição de Frequência: tabelas e gráficos de barras  
 Variáveis Contínuas  
 Histograma  
 Ramo-e-folha  
 Medidas de posição  
 Medidas de dispersão  
 Boxplot  
 Análise descritivas bivariada  
 Diagrama de dispersão  
 Correlação  
 Tabelas de contingência e gráficos de barras  
 Probabilidade  
 Definição  
 Espaço amostral  
 Eventos  
 Operações com eventos  
 Partições do espaço amostral  
 Probabilidade Condicional  
 Independência de Eventos  
 Teorema de Bayes  
 Variáveis aleatórias discretas

## Distribuições de Probabilidade Discreta

Função Distribuição Acumulada (FDA)

Esperança e variância

Distribuições discretas: Uniforme, Bernoulli, Binomial, Geométrica, Hipergeométrica e Poisson

Aproximação da Binomial pela Poisson

Variáveis aleatórias contínuas

Função densidade

Função de distribuição acumulada

Esperança e variância

Distribuições contínuas: Uniforme, Exponencial, Normal

Distribuição Amostral

População e Amostra

Estatística e Parâmetro

Distribuições Amostrais

Teorema Central do Limite

Estimação Pontual e Intervalos de Confiança - uma população

Estimação Pontual

Estimação por intervalo: proporção

Estimação por intervalo: média

Teste de Hipóteses - uma população

Teste de hipótese: proporção

Teste de hipótese: média

Inferência para duas populações

Intervalo de confiança para duas médias

Intervalo de confiança para duas proporções

Teste de hipótese para duas médias

Teste de hipótese para duas proporções

Testes de Aderência, Independência e Homogeneidade

Regressão Linear Simples

Análise de variância

## **MS149 Complementos de Matemática**

### **Bibliografia:**

D. C. Kurtz, Foundations of Abstract Mathematics, McGraw-Hill, 1992.

S. Lipschutz, Teoria dos Conjuntos, McGraw-Hill, 1972.

S. Lipschutz, Matemática Finita, McGraw-Hill, 1972.

### **Programa:**

O objetivo deste curso é ensinar algumas das técnicas mais importantes da Matemática: definir rigorosamente, fazer demonstrações e encontrar contraexemplos. O aluno aprenderá fazendo. Seu principal mestre será ele mesmo, com lápis e papel, resolvendo os exercícios propostos. O aluno deverá encarar seriamente todos os problemas sugeridos, consultando suas dúvidas com o professor, os monitores e seus colegas e usando a aula para trabalhar ativamente.

Conteúdo:

Conjuntos.

Funções.

Demonstrações com Inteiros.

Limitantes (Cotas) em Â.  
Seqüências.  
Continuidade.

### **MS211 - Cálculo Numérico**

#### **Bibliografia:**

M.A.G.Ruggiero e V.L.R.Lopes, Cálculo Numérico - Aspectos Teóricos e Computacionais, segunda edição, Makron Books, 1997.

M.C.Cunha, Métodos Numéricos para as Engenharias e Ciências Aplicadas, Ed. da Unicamp, 1993.

S.D.Conte e C. de Boor, Elementary Numerical Analysis, McGraw-Hill, 1987.

#### **Programa:**

Objetivo:

Introduzir os fundamentos dos métodos numéricos básicos utilizados na solução de problemas matemáticos que aparecem comumente nas engenharias e ciências aplicadas; promover a utilização de pacotes computacionais; analisar a influência dos erros introduzidos na utilização e implementação computacional destes métodos.

Conteúdo:

Algoritmos para resolução de problemas numéricos com estudo de erros:

Zero de funções (método da bissecção, de Newton-Raphson, das secantes);

Sistemas de equações lineares (métodos diretos: eliminação de Gauss, decomposição LU; métodos iterativos de Gauss-Jacobi e de Gauss-Seidel);

Ajuste de curvas (método dos quadrados mínimos lineares);

Interpolação (interpolação polinomial; formas de Lagrange e de Newton; estudo do erro; funções spline);

Integração numérica (regras dos trapézios e de Simpson; quadratura Gaussiana);

Tratamento numérico de equações diferenciais (problemas de valor inicial: métodos de Runge-Kutta; problemas de valor de contorno: método das diferenças finitas).

### **MD760 - Aspectos Clínicos da Física Médica**

#### **Bibliografia:**

Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment. P.J.Ell & S.S Gambhir. 3rd ed. - 2004, Churchill Livingstone.

Victor Gil Carlos Geraldos "Ressonância Magnética Nuclear"Fundação

Calouste; 2. S Braun, H O Kalinowski S. Berger 150 and More Basic NMR

Experiments"Wiley, 3. Atta-ur Rahman Muhammad Iqbal Choudhary "Solving Problems with NMT spectroscopy; 4 Harald Günther "NMR Spectroscopy "Wiley, 5. Eberhard

Breitmaier , Wolfgang VoelterCarbon 13 NMR Spectroscopy "VCH; 6. Ld Field , S. Sterhell J R Kalman "Organic Structures from Spectra".

Goldman, L. & Bennett, J.C. – Cecil Tratado de Medicina Interna. 21 ed., Editora Guanabara Koogan, 2001; 2. Braunwald, E; Fauci, A.S.; Kasper, D.L.; Hauser, S.L.; Longo, D.L.; Jameson, J.L. – Harrison Medicina Interna. 15 ed., McGraw Hill, 2002; 3. De Vita Jr, VT; Hellman, S; Rosenberg, SA – Cancer: Principles & Practice of Oncology. 7 ed., Lippincott Williams & Wilkins, 2004.

Principles and Practice of Radiation Oncology. Carlos A Perez, Luther W Brady, Edward C Halperin, Rupert K Schmidt-Ullrich. Lippincott Williams & Wilkins; 2003.

#### **Programa:**

Ementa: Princípios radiobiológicos. Noções de Oncologia. Técnicas de tratamento de tumores. Eficiência dos tratamentos. Ética profissional e relacionamento interpessoal.

## Avaliação/Frequência

Para a aprovação nesta disciplina é necessário ter média final maior ou igual a 5,0 (cinco). A frequência mínima exigida é de 75%.

Devido ao formato das aulas que enfatiza o aprendizado em aula através de professores especializados em cada um dos diversos assuntos abordados, esta disciplina dá grande ênfase à presença dos alunos nas aulas.

Não será oferecida a possibilidade de exame para os alunos que obtiverem média final inferior a 5,0 (cinco), mesmo que tenha a frequência mínima exigida.

### Forma de Avaliação

Devido à grande variedade de temas propostos e professores de diversas áreas optou-se pelo seguinte método de avaliação:

Ao início ou ao final da aula será exposta aos alunos uma situação problema. Com base no conteúdo oferecido na aula, o aluno deverá dissertar sobre o assunto proposto, cuja redação escrita a caneta, deverá ser entregue ao professor ao final da aula. Como alternativa de avaliação, será facultado ao professor solicitar uma pesquisa que o aluno entregará em data a ser combinada com o respectivo professor.

O professor deverá com isso estimular o senso crítico do aluno, verificar se houve captação das informações oferecidas em aula e verificar a capacidade do aluno para a discussão dessas informações.

O professor deverá informar ao coordenador do curso, os motivos da não aplicação da avaliação quando não for possível realizá-la.

No caso de faltas não justificadas, será atribuída nota zero para a prova daquele dia do aluno faltante. Além disso, para cada falta será subtraído 0,1 (um décimo) da média final.

### Cálculo da Média Final

A média final será, então, a média aritmética de todas as provas realizadas durante o curso, subtraída de 0,1 (um décimo) vezes o número de faltas.

### Estímulo à Assiduidade dos alunos

-Não haverá abono de faltas, exceto para aquelas previstas no Artigo 72, seção X, Capítulo VI do Regimento Geral dos Cursos de Graduação/PRG.

-A justificativa para abono de faltas será aceita por até 7 (sete) dias corridos após a respectiva falta. Essa justificativa deverá ser entregue diretamente na Secretaria do Departamento de Radiologia.

- No caso de faltas não justificadas, será atribuída nota zero para a prova daquele dia do aluno faltante. Além disso, para cada falta não justificada será subtraído 0,1 (um décimo) da média final.

### Informações Adicionais

Mais informações podem ser obtidas no Regimento Geral dos Cursos de Graduação, Capítulo VI, da Avaliação do Rendimento Escolar e da Frequência, Seção I, Normas Gerais.

## **MD947 - Estágio Supervisionado Física Médica I - Radiologia , Radioterapia M. Nuclear** **Bibliografia:**

---

### **Programa:**

#### 1. Objetivos

Através das atividades práticas o físico deverá ter a oportunidade de desenvolver técnicas e/ou aprimorar métodos experimentando a convivência multidisciplinar utilizados em física médica.

#### 2. Desenvolvimento dos módulos

O aluno acompanhará um físico-médico habilitado em suas tarefas diárias, entrando em contato com as rotinas em serviço.

Os estágios serão realizados em atividades modulares nas áreas de Radioterapia, Medicina Nuclear, Radiologia e Proteção Radiológica.

As atividades poderão ser precedidas ou finalizadas por discussão teórica dos temas abordados ou discussão de casos.

Todas as atividades serão supervisionadas diretamente por um físico habilitado, biólogo, biomédico ou outro profissional técnico atuante (em serviço) nas respectivas áreas dos módulos.

O número de semanas de duração de cada programa modular será dividido igualmente de acordo com o número de dias úteis do semestre, e.g. 5 semanas.

Dependendo do desempenho dos alunos, e a critério dos gestores da disciplina, poderá haver ênfase em um determinado módulo no segundo semestre da aplicação do estágio (disciplina MD948).

Cada módulo terá um supervisor responsável que comporá junto com o coordenador da disciplina o grupo gestor da mesma.

Os alunos matriculados serão distribuídos em três grupos e ao longo do semestre realizarão as atividades nos módulos em forma de rodízio.

Por se tratar de atividades realizadas em equipamentos da área hospitalar utilizados durante a assistência a pacientes, dependendo do desempenho dos alunos, de eventuais problemas inerentes aos equipamentos utilizados, e a critério dos gestores da disciplina, poderá haver alterações na forma de aplicação dos rodízios.

As atividades nos estágios são obrigatórias e presenciais.

Local de Realização das Atividades:

As atividades são distribuídas ao longo da semana nas instalações do serviço de Medicina Nuclear do HC da UNICAMP, dos serviços de Radioterapia do CAISM e do Hospital das Clínicas, na Divisão de Imagem do HC (setores de Radiologia, Tomografia Computadorizada, Ultrassonografia), na seção de Radiologia do CAISM, na seção de Radiologia do Gastrocentro, no setor de Cateterismo do HC da UNICAMP e na Área de Física Médica do CEB.

Estão previstas visitas acompanhadas por físicos habilitados em atividades nos equipamentos de Radiologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da UNICAMP, e eventuais visitas acompanhadas ao IPEN.

As atividades poderão ser precedidas ou finalizadas por discussão teórica dos temas abordados ou discussão de casos.

3. Temas abordados e atividades dos módulos

-MÓDULO RADIOTERAPIA

As atividades são distribuídas ao longo da semana nas instalações do serviço de Radioterapia do CAISM e do HC da UNICAMP, e no setor de Física Médica do CEB, em períodos de até 4 horas por dia.

As atividades poderão ser precedidas ou finalizadas por discussão teórica dos temas abordados ou discussão de casos.

Todas as atividades serão supervisionadas diretamente por um físico habilitado, técnico ou tecnólogo ou outro profissional técnico atuante (em serviço) na área de Radioterapia.

As atividades com procedimentos ligados diretamente ao paciente serão acompanhadas pelo médico (radioterapeuta), físico, enfermeiro ou técnico responsável em serviço.

As avaliações serão realizadas conforme os critérios estabelecidos na disciplina (frequência, atuação no dia a dia: pontualidade, ética, proficiência e portfólio contendo os trabalhos realizados durante o estágio).

As atividades serão:

1 AT1-CAISM e AT1-HC — Acompanhamento de tratamentos nos equipamentos de teleterapia.

1.1 Acompanhamento do trabalho dos técnicos na realização dos tratamentos nos aparelhos de teleterapia.

1.2 Observar de modo crítico como são feitos os tratamentos, anotando dúvidas e questionamentos.

1.3 Discutir e esclarecer dúvidas anotadas no item anterior com os técnicos e, principalmente, com um físico do serviço.

1.4 Observar atentamente todos os passos do tratamento: o posicionamento e alinhamento do paciente, as marcas de referência, os parâmetros de posicionamento dos campos, a colocação de blocos de colimação, filtros, tempo de tratamento e operação do aparelho.

1.5 Observar a frequência em que são feitos portais de controle de qualidade dos tratamentos e acompanhar como são feitas as correções.

1.6 Inteirar-se dos procedimentos de emergência.

1.7 Observar:

1.7.1 As diferenças entre tratamentos com fótons e elétrons.

1.7.2 As energias dos feixes

1.7.3 A operação do aparelho — interface com o Sistema de Gerenciamento de Pacientes.

1.7.4 Uso do colimador multileaf ou de blocos de chumbo e cerrobend.

1.7.5 A operação do aparelho.

1.7.6 Eventuais intercorrências com pacientes ou com os aparelhos.

2 AP1-CAISM e AP1-HC — Acompanhamento de planejamentos

2.1. Acompanhamento das simulações de tratamentos realizados no aparelho de raios-X do serviço de Radiologia do HC. O aluno deverá utilizar cópia da Ficha Técnica empregada no serviço para anotar os dados, do mesmo modo como é feito normalmente na rotina.

2.2. Tomar conhecimento do caso do paciente, a indicação clínica do tratamento e regiões a serem tratadas, parâmetros ósseos para definição dos limites dos campos marcados, regiões sadias a serem preservadas.

2.3 Acompanhar o posicionamento e alinhamento do paciente

2.4 Acompanhar a customização do tratamento, acessórios, apoios, máscaras, etc.

2.5 Acompanhar a marcação inicial das áreas a serem irradiadas.

2.6 Acompanhar a realização das radiografias.

2.7 Participar da análise das radiografias.

2.8 Acompanhar a realização das correções.

2.9 Acompanhar a obtenção das medidas anatômicas do paciente (diâmetros, contornos, etc)

2.10 Anotar na cópia da Ficha Técnica todos os dados do planejamento.

3 P1-CAISM e P1-HC — Acompanhamento de planejamentos nos aparelhos de teleterapia, no CAISM e no HC

3.1. Acompanhamento dos planejamentos de pacientes a serem submetidos à radioterapia, no próprio aparelho de tratamento, principalmente nas etapas de realização do plano de tratamento manual, cálculo dos tempos de tratamento e posicionamento do paciente nos aparelhos.

3.2. Anotação de medidas anatômicas e contorno externo dos pacientes.

3.3. Anotação dos parâmetros do aparelho.

3.4. Construção de curvas de isodose pelo método manual.

3.5. Cálculo do tempo de tratamento no Co-60.

3.6. Cálculo do #UM para tratamentos no acelerador linear com fótons.

3.7. Cálculo do #UM para tratamentos no acelerador linear com elétrons.

#### 4 PCT1-CAISM e PCT1-HC – Acompanhamento de planejamentos com tomografia no CAISM e PET/CT no HC

- 4.1. Acompanhamento da aquisição de imagens tomográficas para planejamento de tratamento utilizando o Sistema de Planejamento Computadorizado.
- 4.2 Acompanhar o posicionamento e alinhamento do paciente
- 4.3 Acompanhar as marcações de referência.
- 4.4 Acompanhar a aquisição das imagens.
- 4.5 Acompanhar a transferência das imagens e a seleção da origem do sistema de coordenadas
- 4.6 Acompanhar a fusão de imagens, se for o caso.
- 4.7 Observar a definição do contorno do paciente e a segmentação das estruturas de interesse
- 4.8 Observar a criação dos volumes de interesse e suas margens
- 4.9 Compreender a abordagem geométrica para irradiação do volume alvo
- 4.10 Observar a conformação dos campos de tratamento
- 4.11 Compreender a normalização e a geração de curvas de isodose
- 4.12 Compreender a análise da distribuição de dose em volumes alvo e órgãos de risco
- 4.13 Compreender os Histograma de Dose Volume e sua análise.
- 4.14 Compreender os critérios para aprovação de um plano de tratamento.

#### 5 CQ1-CAISM e CQ1-HC — Acompanhamento do Controle de Qualidade dos aparelhos do CAISM e do HC

- 5.1 Acompanhar a realização dos testes de controle de qualidade nos aceleradores lineares e no equipamento de Cobalto do HC, e no equipamento de braquiterapia por alta taxa de dose do CAISM, anotando em planilhas próprias, iguais às usadas nas rotinas dos serviços.
- 5.2 Observar a frequência e a tolerância de cada teste.
- 5.3 Discutir os resultados.

#### 6 CQ2-CAISM e CQ2-HC – Atividades complementares de controle de qualidade

- 6.1 Realizar as seguintes atividades:
  - 6.1.1 Filmes de coincidência no acelerador e no cobalto e análise da planura e da simetria.
  - 6.1.2 Testes com eletrômetro + câmara de ionização e fonte de referência: reprodutibilidade, linearidade e fuga.

#### 7 AB1-CAISM — Acompanhamento de Braquiterapia no CAISM

- 7.1. Acompanhamento de todas as etapas dos tratamentos de braquiterapia com alta taxa de dose, anotando os resultados em planilha igual à usada na rotina do serviço.
- 7.2 Acompanhar a colocação dos aplicadores pelo médico.
- 7.3 Acompanhar a obtenção das imagens pelo físico médico, se for o caso.
- 7.4 Acompanhar a análise das imagens.
- 7.5 Acompanhar o planejamento computadorizado.
  - 7.5.1 Observar a criação dos aplicadores.
  - 7.5.2 Observar a definição das posições de parada da fonte.
  - 7.5.3 Observar a normalização da dose.
  - 7.5.4 Observar a otimização, se for o caso.
  - 7.5.5 Observar o resultado do planejamento, a análise das doses em órgãos de risco e o histograma de dose volume, se for o caso.

Adendo:

Atividades a serem desenvolvidas nos estágios em Radioterapia

Além do acompanhamento e participação sob orientação e supervisão direta dos profissionais do Grupo de Radioterapia — CEB, nas atividades de rotina dos Serviços de

Radioterapia do CAISM e HC, nas três modalidades previstas (Planejamento, Controle de Qualidade e Braquiterapia), devem ser realizadas as seguintes tarefas:

1. Verificação da exatidão dos sistemas de planejamento PLATO e XiO, e das curvas de isodose usadas para o Clinac, nas energias de 6 e 10 MV;
2. Calcular o perfil da dose na profundidade de 10 cm num campo de 15 x 15 cm<sup>2</sup>, filtro de 45°, usando o sistema de planejamento e a curva de isodose para esse campo.
3. Comparar com os dados do comissionamento.
4. Calcular a curva de porcentagem de dose profunda no raio central no PLATO e nas isodoses do HC para o campo acima e também para o mesmo campo sem filtro.
5. Comparar com as curvas de PDP medidas nas duas situações.
6. Comparar as curvas medidas com e sem filtro para o mesmo campo.

Deverão constar no relatório a finalidade e importância de cada teste dos programas de controle de qualidade dos aparelhos — a pesquisa necessária sobre esse tópico deve ser feita no período de permanência do aluno em controle de qualidade, no tempo restante em que não são realizados os testes de rotina.

No segundo semestre, haverá ênfase nos seguintes itens:

#### 1 AB2-CAISM — Acompanhamento de Braquiterapia no CAISM

1.1 Acompanhamento de todas as etapas dos tratamentos de braquiterapia com alta taxa de dose para aplicadores usados em tratamentos de colo uterino e endométrio;

1.2 Elaboração de planejamentos completos para aplicadores de colo uterino e endométrio (um de cada), detalhando todas as etapas de sua elaboração, descrevendo e solucionando as dificuldades encontradas, discutindo com médicos e físicos os protocolos adotados no serviço, apresentando os resultados obtidos e discutindo-os.

#### 2 P2-CAISM e P2-HC — Acompanhamento de Planejamentos 3D no CAISM e no HC

2.1. Acompanhamento dos planejamentos de pacientes a serem submetidos à radioterapia 3D, principalmente nas etapas de realização do plano de tratamento computadorizado, cálculo dos tempos de tratamento, definição da forma dos feixes (multileaf ou bloco próprio), escolha do tipo de feixe e energia, escolha do algoritmo de cálculo, correções para heterogeneidades, análise de distribuições de isodose e de histogramas de dose-volume para o volume-alvo e para os órgãos de risco;

2.2. Elaboração de planejamentos completos para tratamentos de teleterapia 3D (um de pulmão e outro de próstata), detalhando todas as etapas de sua elaboração, descrevendo e solucionando as dificuldades encontradas, discutindo com médicos e físicos os protocolos adotados no serviço, apresentando os resultados obtidos e discutindo-os.

#### -MÓDULO RADIOLOGIA E PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

Ao longo do estágio deverão ser fornecidas informações básicas e essenciais ao conhecimento dos exames para diagnóstico médico em Radiologia e Diagnóstico por Imagem, desde a realização dos exames, obtenção e processamento das imagens, avaliação de desempenho de equipamentos que geram radiação; acompanhamento dos procedimentos e aplicações da Proteção Radiológica, como por exemplo, avaliação de blindagens e levantamentos radiométricos, cálculo de doses nos procedimentos médicos; avaliação de áreas controladas e de locais de instalação dos equipamentos; procedimentos para proteção e segurança radiológica ocupacional e de público.

As atividades são distribuídas ao longo da semana nas instalações das seções de tomografia computadorizada, Radiologia e Ultrassonografia, Medicina Nuclear e

Radioterapia da Divisão de Imagem do Hospital das Clínicas da UNICAMP, na seção de Radiologia e de Radioterapia do CAISM, na seção de Radiologia do Gastrocentro, no setor de Cateterismo do HC da UNICAMP, e na Área de Física Médica do CEB, em períodos de até 4 horas por dia.

As atividades poderão ser precedidas ou finalizadas por discussão teórica dos temas abordados ou discussão de casos.

Todas as atividades serão supervisionadas diretamente por um físico habilitado ou outro profissional técnico atuante (em serviço) na área de Radiologia e Proteção Radiológica do CEB – UNICAMP.

As avaliações serão realizadas conforme os critérios estabelecidos na disciplina (frequência, atuação no dia a dia: pontualidade, ética, proficiência e portfólio contendo os trabalhos realizados durante o estágio).

As atividades serão distribuídas em:

- Acompanhar o programa (processo e resultados) de monitoração individual de Indivíduos Ocupacionalmente Expostos da Unicamp
- Palestra sobre atividades de proteção radiológica na UNICAMP
- Palestra sobre controle de qualidade em radiologia
- Acompanhar exames de ultrassonografia
- Acompanhar exames de angiografia
- Acompanhar exames de cateterismo cardíaco
- Acompanhar exames com uso de fluoroscopia no GASTROCENTRO
- Acompanhar exames de tomografia
- Acompanhar testes de controle de qualidade no aparelho de ressonância magnética
- Acompanhar testes de controle de qualidade nos aparelhos de RX convencionais
- Acompanhar testes de controle de qualidade nos aparelhos de RX móveis
- Acompanhar testes de controle de qualidade nos mamógrafos
- Acompanhar testes de controle de qualidade nos tomógrafos computadorizados
- Acompanhar testes de aferição de Monitores de Radiação Ionizante
- Verificar o cumprimento da legislação aplicável à radiologia nos Serviços de Radiologia do HC, do CAISM e do GASTROCENTRO.
- Verificar o cumprimento da legislação aplicável à radioterapia nos Serviços de Radioterapia do HC e do CAISM
- Verificar o cumprimento da legislação aplicável à medicina nuclear no Serviço de Medicina Nuclear do HC
- Acompanhar levantamento radiométrico em aparelhos de RX convencionais
- Acompanhar teste de fuga em aparelhos de RX convencionais
- Acompanhar teste de fuga em aparelhos de RX móveis
- Acompanhar levantamento radiométrico nos aceleradores lineares
- Acompanhar teste de fuga nos aceleradores lineares
- Acompanhar levantamento radiométrico em aparelhos de RX odontológico
- Acompanhar teste de fuga em aparelhos de RX odontológico
- Acompanhar monitoração de área na Medicina Nuclear
- Acompanhar monitoração de superfície na Medicina Nuclear
- Acompanhar gerenciamento de rejeitos da Medicina Nuclear
- Avaliação das vestimentas plumbíferas com uso de fluoroscopia no Gastrocentro

#### -MÓDULO MEDICINA NUCLEAR

Ao longo do estágio deverão ser fornecidas informações básicas e essenciais ao conhecimento da Medicina Nuclear, desde a realização dos exames, obtenção e processamento das imagens.

As atividades são distribuídas ao longo da semana nas instalações do serviço de Medicina Nuclear do Hospital das Clínicas da UNICAMP, e no setor de Física Médica do CEB, em períodos de até 4 horas por dia.

As atividades poderão ser precedidas ou finalizadas por discussão teórica dos temas abordados ou discussão de casos.

Todas as atividades serão supervisionadas diretamente por um físico habilitado, biólogo, biomédico ou outro profissional técnico atuante (em serviço) na área de Medicina Nuclear.

As avaliações serão realizadas conforme os critérios estabelecidos na disciplina (frequência, atuação no dia a dia: pontualidade, ética, proficiência e portfólio contendo os trabalhos realizados durante o estágio).

Primeiro Semestre

1a. Semana:

- Apresentação do Serviço de Medicina Nuclear
- Procedimentos de Proteção Radiológica em Medicina Nuclear
- Apresentação dos EPI's Utilizados em Medicina Nuclear
- Manipulação de Fontes Não Seladas
- . Eluição do Gerador de  $^{99m}\text{Tc}$
- . Preparação de Fontes Pontuais
- . Preparação de Fontes Lineares

2a. Semana

- Apresentação, Princípio de Funcionamento e Instruções de Uso dos Equipamentos:
- . Medidor de Exposição - Geiger Muller
- . Medidor de Exposição de Área
- . Medidor de Contaminação de Superfície - Geiger Muller
- . Calibrador de Dose
- .. Testes de Controle de Qualidade
- ...Exatidão
- ...Precisão
- ...Fator Geométrico

3a. Semana

- Apresentação, Princípio de Funcionamento e Instruções de Uso dos Equipamentos:
- . Câmera de Cintilação de Dois Detectores
- .. Resolução Energética
- .. Uniformidade Intrínseca
- ...Protocolo do Fabricante
- ...Protocolo IAEA (TecDoc 602 - 1992)
- ...Baixa Densidade Estatística
- ...Alta Densidade Estatística
- .. Desempenho Off Peak

4a. Semana

- Câmera de Cintilação de Dois Detectores
- . Testes de Controle de Qualidade
- .. Resolução Espacial do Sistema
- ...Fonte Pontual
- ...Variação com a Distância
- ...Variação com a Densidade Estatística
- ...Variação com o Colimador

5a. Semana

- Câmera de Cintilação de Dois Detectores
- . Testes de Controle de Qualidade
- .. Sensibilidade
- ... $^{99m}\text{Tc}$

...131I

..Máxima Taxa de Contagem

..Desempenho da Taxa de Contagem em Detectores Paralizáveis

Segundo Semestre

1a. Semana

- Princípios da Reconstrução Tomográfica

- Apresentação das Estações de Processamento de Imagens: Reconstrução Tomográfica

- Apresentação, Princípio de Funcionamento e Instruções de Uso dos Equipamentos:

.Câmara de Cintilação de Dois Detectores : Modo Tomográfico - SPECT

.Tomógrafo Computadorizado : CT

.Câmara de Cintilação de Dois Detectores Acoplada ao CT : SPECT/CT

2a. Semana

- Acompanhamento dos Procedimentos Clínicos Praticados na Medicina Nuclear

.Protocolos Clínicos Estáticos :  $^{99m}\text{Tc}$ ,  $^{67}\text{Ga}$ , 131I

.Protocolos Clínicos Dinâmicos :  $^{99m}\text{Tc}$

.Protocolos Clínicos Tomográficos - SPECT :  $^{99m}\text{Tc}$ ,  $^{67}\text{Ga}$

.Protocolos Clínicos Tomográficos - SPECT/CT :  $^{99m}\text{Tc}$ ,  $^{67}\text{Ga}$ , 131I

3a. Semana

- Câmara de Cintilação de Dois Detectores

.Testes de Controle de Qualidade Tomográficos : SPECT

.Calibração do Centro de Rotação - 1 Detector, Órbita 180 graus

.Calibração do Centro de Rotação - 1 Detector, Órbita 360 graus

.Calibração do Centro de Rotação - 2 Detectores, Órbita 180 graus

.Reconstrução e Processamentos das Imagens Tomográficas

4a. Semana

- Câmara de Cintilação de Dois Detectores SPECT/CT

.Testes de Controle de Qualidade Tomográficos : SPECT/CT

.Testes de Controle de Qualidade : CT

.Calibração do Centro de Rotação - 1 Detector, Órbita 180 graus

.Calibração do Centro de Rotação - 1 Detector, Órbita 360 graus

.Calibração do Centro de Rotação - 2 Detectores, Órbita 180 graus

.Reconstrução e Processamentos das Imagens Tomográficas

5a. Semana

- Câmara de Cintilação de Dois Detectores SPECT

.Testes de Controle de Qualidade Tomográficos : SPECT

..Resolução Espacial Tomográfica Sem Meio Espalhador

...Órbita 180 graus

...Órbita 360 graus

..Resolução Espacial Tomográfica Com Meio Espalhador

...Órbita 180 graus

...Órbita 360 graus

.Teste de Desempenho Tomográfico

.Reconstrução e Processamentos das Imagens Tomográficas

- Câmara de Cintilação de Dois Detectores SPECT/CT

.Testes de Controle de Qualidade Tomográficos : SPECT/CT

..Co-Registro entre as Imagens de CT e do SPECT

.Reconstrução e Processamentos das Imagens Tomográficas

4. Sistema de Avaliação do Desempenho do Estudante

Esta será feita com base nas atividades do estágio e em um caderno de atividades denominado “portfólio”. A nota de cada módulo será a média das notas de avaliação no estágio e a nota do portfólio (esta terá peso 2). A média final da disciplina será a média ponderada das notas em cada módulo (radiologia, medicina nuclear e radioterapia).

1- Avaliação no estágio: A avaliação no estágio será feita com notas nos seguintes quesitos: frequência, postura ética, pontualidade, proficiência.

2- Sobre o Portfólio: Este é um diário de atividades desenvolvidas durante os estágios. Estes registros poderão ser realizados ao final de cada período de atividades. São registros feitos individualmente. Nele os alunos deverão coletar anotações sobre as atividades realizadas diariamente. Descreverão de forma objetiva, as atividades realizadas em cada período. Por exemplo: visita a serviços, acompanhamento de exames, discussão de casos, realização e participação de seminários, reuniões, aulas, entre outros. Ao final deverão anotar suas impressões pessoais sobre aproveitamento, graus de interesse, e eventualmente comentários de auto-avaliação dentro das atividades. Nas atividades práticas, como por exemplo, atividades desenvolvidas em laboratório, ou em campo, poderão ser anotadas em forma semelhante aos de relatório dos experimentos com descrição sumária do material e método, resultados, com breve comentário destes e grau de aproveitamento pessoal. Poderão também coletar documentos que comprovem as atividades realizadas em cada serviço, como por exemplo, fichas de controle de cálculos de dose por paciente que ele participou, formulários de controles de medições realizados, etc. Estes, deverão ser fornecidos pelo supervisor de cada área com orientações para que o aluno possa preencher adequadamente.

No conjunto poderão constar mini-monografias, levantamento de dados ou relatórios específicos que eventualmente tenham sido solicitados pelos supervisores. O portfólio deverá ser concluído com um resumo das atividades por ele realizadas ou com sua participação, das atividades teóricas ou práticas, das visitas, dos acompanhamentos, e uma análise crítica em forma de autoavaliação de seu desempenho em situações por ele consideradas relevantes na sua formação como físico médico.

A avaliação deste será feita com base na forma de apresentação organizada, na confirmação da participação de todos os eventos ali realizados, e análise dos comentários com base na clareza da apresentação, lógica, proficiência e notoriedade.

3- Sobre Presença: As atividades são presenciais. O aluno que faltar mais que os 25% do período de cada módulo terá nota zero na frequência naquele módulo, e estará automaticamente reprovado na disciplina, pois a média final é geométrica.

Se o aluno faltar mais que 25% no semestre estará automaticamente reprovado.

A justificativa da ausência deverá ser apresentada até três dias desta. Não serão aceitas para análise justificativas entregues posteriormente. Os abonos e reposições respeitarão o regimento da Universidade.

#### 5. Corpo Docente

Todas as atividades serão supervisionadas diretamente por um físico habilitado, biólogo, biomédico ou outro profissional técnico atuante ou em serviço da área hospitalar.

As atividades de acompanhamento direto em exames e procedimentos em pacientes serão sempre supervisionadas diretamente com um docente do Departamento de Radiologia, médico, físico médico, enfermeiro ou técnico (radiologia, radioterapia ou medicina nuclear) responsável em serviço na respectiva seção.

### **MD948 - Estágio Supervisionado Física Médica II Radiologia , Radioterapia M. Nuclear** **Bibliografia:**

---

## **Programa:**

### **1. Objetivos**

Através das atividades práticas o físico deverá ter a oportunidade de desenvolver técnicas e/ou aprimorar métodos experimentando a convivência multidisciplinar utilizados em física médica.

### **2. Desenvolvimento dos módulos**

O aluno acompanhará um físico-médico habilitado em suas tarefas diárias, entrando em contato com as rotinas em serviço.

Os estágios serão realizados em atividades modulares nas áreas de Radioterapia, Medicina Nuclear, Radiologia e Proteção Radiológica.

As atividades poderão ser precedidas ou finalizadas por discussão teórica dos temas abordados ou discussão de casos.

Todas as atividades serão supervisionadas diretamente por um físico habilitado, biólogo, biomédico ou outro profissional técnico atuante (em serviço) nas respectivas áreas dos módulos.

O número de semanas de duração de cada programa modular será dividido igualmente de acordo com o número de dias úteis do semestre, e.g. 5 semanas.

Dependendo do desempenho dos alunos, e a critério dos gestores da disciplina, poderá haver ênfase em um determinado módulo no segundo semestre da aplicação do estágio (disciplina MD948).

Cada módulo terá um supervisor responsável que comporá junto com o coordenador da disciplina o grupo gestor da mesma.

Os alunos matriculados serão distribuídos em três grupos e ao longo do semestre realizarão as atividades nos módulos em forma de rodízio.

Por se tratar de atividades realizadas em equipamentos da área hospitalar utilizados durante a assistência a pacientes, dependendo do desempenho dos alunos, de eventuais problemas inerentes aos equipamentos utilizados, e a critério dos gestores da disciplina, poderá haver alterações na forma de aplicação dos rodízios.

As atividades nos estágios são obrigatórias e presenciais.

Local de Realização das Atividades:

As atividades são distribuídas ao longo da semana nas instalações do serviço de Medicina Nuclear do HC da UNICAMP, dos serviços de Radioterapia do CAISM e do Hospital das Clínicas, na Divisão de Imagem do HC (setores de Radiologia, Tomografia Computadorizada, Ultrassonografia), na seção de Radiologia do CAISM, na seção de Radiologia do Gastrocentro, no setor de Cateterismo do HC da UNICAMP e na Área de Física Médica do CEB.

Estão previstas visitas acompanhadas por físicos habilitados em atividades nos equipamentos de Radiologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da UNICAMP, e eventuais visitas acompanhadas ao IPEN.

As atividades poderão ser precedidas ou finalizadas por discussão teórica dos temas abordados ou discussão de casos.

### **3. Temas abordados e atividades dos módulos**

#### **-MÓDULO RADIOTERAPIA**

As atividades são distribuídas ao longo da semana nas instalações do serviço de Radioterapia do CAISM e do HC da UNICAMP, e no setor de Física Médica do CEB, em períodos de até 4 horas por dia.

As atividades poderão ser precedidas ou finalizadas por discussão teórica dos temas abordados ou discussão de casos.

Todas as atividades serão supervisionadas diretamente por um físico habilitado, técnico ou tecnólogo ou outro profissional técnico atuante (em serviço) na área de Radioterapia.

As atividades com procedimentos ligados diretamente ao paciente serão acompanhadas pelo médico (radioterapeuta), físico, enfermeiro ou técnico responsável em serviço.

As avaliações serão realizadas conforme os critérios estabelecidos na disciplina (frequência, atuação no dia a dia: pontualidade, ética, proficiência e portfólio contendo os trabalhos realizados durante o estágio).

As atividades serão:

1 AT1-CAISM e AT1-HC — Acompanhamento de tratamentos nos equipamentos de teleterapia.

1.1 Acompanhamento do trabalho dos técnicos na realização dos tratamentos nos aparelhos de teleterapia.

1.2 Observar de modo crítico como são feitos os tratamentos, anotando dúvidas e questionamentos.

1.3 Discutir e esclarecer dúvidas anotadas no item anterior com os técnicos e, principalmente, com um físico do serviço.

1.4 Observar atentamente todos os passos do tratamento: o posicionamento e alinhamento do paciente, as marcas de referência, os parâmetros de posicionamento dos campos, a colocação de blocos de colimação, filtros, tempo de tratamento e operação do aparelho.

1.5 Observar a frequência em que são feitos portais de controle de qualidade dos tratamentos e acompanhar como são feitas as correções.

1.6 Inteirar-se dos procedimentos de emergência.

1.7 Observar:

1.7.1 As diferenças entre tratamentos com fótons e elétrons.

1.7.2 As energias dos feixes

1.7.3 A operação do aparelho — interface com o Sistema de Gerenciamento de Pacientes.

1.7.4 Uso do colimador multileaf ou de blocos de chumbo e cerrobend.

1.7.5 A operação do aparelho.

1.7.6 Eventuais intercorrências com pacientes ou com os aparelhos.

2 AP1-CAISM e AP1-HC — Acompanhamento de planejamentos

2.1. Acompanhamento das simulações de tratamentos realizados no aparelho de raios-X do serviço de Radiologia do HC. O aluno deverá utilizar cópia da Ficha Técnica empregada no serviço para anotar os dados, do mesmo modo como é feito normalmente na rotina.

2.2. Tomar conhecimento do caso do paciente, a indicação clínica do tratamento e regiões a serem tratadas, parâmetros ósseos para definição dos limites dos campos marcados, regiões sadias a serem preservadas.

2.3 Acompanhar o posicionamento e alinhamento do paciente

2.4 Acompanhar a customização do tratamento, acessórios, apoios, máscaras, etc.

2.5 Acompanhar a marcação inicial das áreas a serem irradiadas.

2.6 Acompanhar a realização das radiografias.

2.7 Participar da análise das radiografias.

2.8 Acompanhar a realização das correções.

2.9 Acompanhar a obtenção das medidas anatômicas do paciente (diâmetros, contornos, etc)

2.10 Anotar na cópia da Ficha Técnica todos os dados do planejamento.

3 P1-CAISM e P1-HC — Acompanhamento de planejamentos nos aparelhos de teleterapia, no CAISM e no HC

3.1. Acompanhamento dos planejamentos de pacientes a serem submetidos à radioterapia, no próprio aparelho de tratamento, principalmente nas etapas de realização do plano de tratamento manual, cálculo dos tempos de tratamento e posicionamento do paciente nos aparelhos.

- 3.2. Anotação de medidas anatômicas e contorno externo dos pacientes.
- 3.3. Anotação dos parâmetros do aparelho.
- 3.4. Construção de curvas de isodose pelo método manual.
- 3.5. Cálculo do tempo de tratamento no Co-60.
- 3.6. Cálculo do #UM para tratamentos no acelerador linear com fótons.
- 3.7. Cálculo do #UM para tratamentos no acelerador linear com elétrons.
- 4 PCT1-CAISM e PCT1-HC – Acompanhamento de planejamentos com tomografia no CAISM e PET/CT no HC
  - 4.1. Acompanhamento da aquisição de imagens tomográficas para planejamento de tratamento utilizando o Sistema de Planejamento Computadorizado.
  - 4.2 Acompanhar o posicionamento e alinhamento do paciente
  - 4.3 Acompanhar as marcações de referência.
  - 4.4 Acompanhar a aquisição das imagens.
  - 4.5 Acompanhar a transferência das imagens e a seleção da origem do sistema de coordenadas
  - 4.6 Acompanhar a fusão de imagens, se for o caso.
  - 4.7 Observar a definição do contorno do paciente e a segmentação das estruturas de interesse
  - 4.8 Observar a criação dos volumes de interesse e suas margens
  - 4.9 Compreender a abordagem geométrica para irradiação do volume alvo
  - 4.10 Observar a conformação dos campos de tratamento
  - 4.11 Compreender a normalização e a geração de curvas de isodose
  - 4.12 Compreender a análise da distribuição de dose em volumes alvo e órgãos de risco
  - 4.13 Compreender os Histograma de Dose Volume e sua análise.
  - 4.14 Compreender os critérios para aprovação de um plano de tratamento.
- 5 CQ1-CAISM e CQ1-HC — Acompanhamento do Controle de Qualidade dos aparelhos do CAISM e do HC
  - 5.1 Acompanhar a realização dos testes de controle de qualidade nos aceleradores lineares e no equipamento de Cobalto do HC, e no equipamento de braquiterapia por alta taxa de dose do CAISM, anotando em planilhas próprias, iguais às usadas nas rotinas dos serviços.
  - 5.2 Observar a frequência e a tolerância de cada teste.
  - 5.3 Discutir os resultados.
- 6 CQ2-CAISM e CQ2-HC – Atividades complementares de controle de qualidade
  - 6.1 Realizar as seguintes atividades:
    - 6.1.1 Filmes de coincidência no acelerador e no cobalto e análise da planura e da simetria.
    - 6.1.2 Testes com eletrômetro + câmara de ionização e fonte de referência: reprodutibilidade, linearidade e fuga.
- 7 AB1-CAISM — Acompanhamento de Braquiterapia no CAISM
  - 7.1. Acompanhamento de todas as etapas dos tratamentos de braquiterapia com alta taxa de dose, anotando os resultados em planilha igual à usada na rotina do serviço.
  - 7.2 Acompanhar a colocação dos aplicadores pelo médico.
  - 7.3 Acompanhar a obtenção das imagens pelo físico médico, se for o caso.
  - 7.4 Acompanhar a análise das imagens.
  - 7.5 Acompanhar o planejamento computadorizado.
    - 7.5.1 Observar a criação dos aplicadores.
    - 7.5.2 Observar a definição das posições de parada da fonte.
    - 7.5.3 Observar a normalização da dose.
    - 7.5.4 Observar a otimização, se for o caso.

7.5.5 Observar o resultado do planejamento, a análise das doses em órgãos de risco e o histograma de dose volume, se for o caso.

Adendo:

Atividades a serem desenvolvidas nos estágios em Radioterapia

Além do acompanhamento e participação sob orientação e supervisão direta dos profissionais do Grupo de Radioterapia — CEB, nas atividades de rotina dos Serviços de Radioterapia do CAISM e HC, nas três modalidades previstas (Planejamento, Controle de Qualidade e Braquiterapia), devem ser realizadas as seguintes tarefas:

1. Verificação da exatidão dos sistemas de planejamento PLATO e XiO, e das curvas de isodose usadas para o Clinac, nas energias de 6 e 10 MV;
2. Calcular o perfil da dose na profundidade de 10 cm num campo de 15 x 15 cm<sup>2</sup>, filtro de 45°, usando o sistema de planejamento e a curva de isodose para esse campo.
3. Comparar com os dados do comissionamento.
4. Calcular a curva de porcentagem de dose profunda no raio central no PLATO e nas isodoses do HC para o campo acima e também para o mesmo campo sem filtro.
5. Comparar com as curvas de PDP medidas nas duas situações.
6. Comparar as curvas medidas com e sem filtro para o mesmo campo.

Deverão constar no relatório a finalidade e importância de cada teste dos programas de controle de qualidade dos aparelhos — a pesquisa necessária sobre esse tópico deve ser feita no período de permanência do aluno em controle de qualidade, no tempo restante em que não são realizados os testes de rotina.

No segundo semestre, haverá ênfase nos seguintes itens:

1 AB2-CAISM — Acompanhamento de Braquiterapia no CAISM

1.1 Acompanhamento de todas as etapas dos tratamentos de braquiterapia com alta taxa de dose para aplicadores usados em tratamentos de colo uterino e endométrio;

1.2 Elaboração de planejamentos completos para aplicadores de colo uterino e endométrio (um de cada), detalhando todas as etapas de sua elaboração, descrevendo e solucionando as dificuldades encontradas, discutindo com médicos e físicos os protocolos adotados no serviço, apresentando os resultados obtidos e discutindo-os.

2 P2-CAISM e P2-HC — Acompanhamento de Planejamentos 3D no CAISM e no HC

2.1. Acompanhamento dos planejamentos de pacientes a serem submetidos à radioterapia 3D, principalmente nas etapas de realização do plano de tratamento computadorizado, cálculo dos tempos de tratamento, definição da forma dos feixes (multileaf ou bloco próprio), escolha do tipo de feixe e energia, escolha do algoritmo de cálculo, correções para heterogeneidades, análise de distribuições de isodose e de histogramas de dose-volume para o volume-alvo e para os órgãos de risco;

2.2. Elaboração de planejamentos completos para tratamentos de teleterapia 3D (um de pulmão e outro de próstata), detalhando todas as etapas de sua elaboração, descrevendo e solucionando as dificuldades encontradas, discutindo com médicos e físicos os protocolos adotados no serviço, apresentando os resultados obtidos e discutindo-os.

**-MÓDULO RADIOLOGIA E PROTEÇÃO RADIOLÓGICA**

Ao longo do estágio deverão ser fornecidas informações básicas e essenciais ao conhecimento dos exames para diagnóstico médico em Radiologia e Diagnóstico por Imagem, desde a realização dos exames, obtenção e processamento das imagens, avaliação de desempenho de equipamentos que geram radiação; acompanhamento dos procedimentos e aplicações da Proteção Radiológica, como por exemplo, avaliação de blindagens e levantamentos radiométricos, cálculo de doses nos procedimentos médicos; avaliação de

áreas controladas e de locais de instalação dos equipamentos; procedimentos para proteção e segurança radiológica ocupacional e de público.

As atividades são distribuídas ao longo da semana nas instalações das seções de tomografia computadorizada, Radiologia e Ultrassonografia, Medicina Nuclear e Radioterapia da Divisão de Imagem do Hospital das Clínicas da UNICAMP, na seção de Radiologia e de Radioterapia do CAISM, na seção de Radiologia do Gastrocentro, no setor de Cateterismo do HC da UNICAMP, e na Área de Física Médica do CEB, em períodos de até 4 horas por dia.

As atividades poderão ser precedidas ou finalizadas por discussão teórica dos temas abordados ou discussão de casos.

Todas as atividades serão supervisionadas diretamente por um físico habilitado ou outro profissional técnico atuante (em serviço) na área de Radiologia e Proteção Radiológica do CEB – UNICAMP.

As avaliações serão realizadas conforme os critérios estabelecidos na disciplina (frequência, atuação no dia a dia: pontualidade, ética, proficiência e portfólio contendo os trabalhos realizados durante o estágio).

As atividades serão distribuídas em:

- Acompanhar o programa (processo e resultados) de monitoração individual de Indivíduos Ocupacionalmente Expostos da Unicamp
- Palestra sobre atividades de proteção radiológica na UNICAMP
- Palestra sobre controle de qualidade em radiologia
- Acompanhar exames de ultrassonografia
- Acompanhar exames de angiografia
- Acompanhar exames de cateterismo cardíaco
- Acompanhar exames com uso de fluoroscopia no GASTROCENTRO
- Acompanhar exames de tomografia
- Acompanhar testes de controle de qualidade no aparelho de ressonância magnética
- Acompanhar testes de controle de qualidade nos aparelhos de RX convencionais
- Acompanhar testes de controle de qualidade nos aparelhos de RX móveis
- Acompanhar testes de controle de qualidade nos mamógrafos
- Acompanhar testes de controle de qualidade nos tomógrafos computadorizados
- Acompanhar testes de aferição de Monitores de Radiação Ionizante
- Verificar o cumprimento da legislação aplicável à radiologia nos Serviços de Radiologia do HC, do CAISM e do GASTROCENTRO.
- Verificar o cumprimento da legislação aplicável à radioterapia nos Serviços de Radioterapia do HC e do CAISM
- Verificar o cumprimento da legislação aplicável à medicina nuclear no Serviço de Medicina Nuclear do HC
- Acompanhar levantamento radiométrico em aparelhos de RX convencionais
- Acompanhar teste de fuga em aparelhos de RX convencionais
- Acompanhar teste de fuga em aparelhos de RX móveis
- Acompanhar levantamento radiométrico nos aceleradores lineares
- Acompanhar teste de fuga nos aceleradores lineares
- Acompanhar levantamento radiométrico em aparelhos de RX odontológico
- Acompanhar teste de fuga em aparelhos de RX odontológico
- Acompanhar monitoração de área na Medicina Nuclear
- Acompanhar monitoração de superfície na Medicina Nuclear
- Acompanhar gerenciamento de rejeitos da Medicina Nuclear
- Avaliação das vestimentas plumbíferas com uso de fluoroscopia no Gastrocentro

## -MÓDULO MEDICINA NUCLEAR

Ao longo do estágio deverão ser fornecidas informações básicas e essenciais ao conhecimento da Medicina Nuclear, desde a realização dos exames, obtenção e processamento das imagens.

As atividades são distribuídas ao longo da semana nas instalações do serviço de Medicina Nuclear do Hospital das Clínicas da UNICAMP, e no setor de Física Médica do CEB, em períodos de até 4 horas por dia.

As atividades poderão ser precedidas ou finalizadas por discussão teórica dos temas abordados ou discussão de casos.

Todas as atividades serão supervisionadas diretamente por um físico habilitado, biólogo, biomédico ou outro profissional técnico atuante (em serviço) na área de Medicina Nuclear.

As avaliações serão realizadas conforme os critérios estabelecidos na disciplina (frequência, atuação no dia a dia: pontualidade, ética, proficiência e portfólio contendo os trabalhos realizados durante o estágio).

Primeiro Semestre

1a. Semana:

- Apresentação do Serviço de Medicina Nuclear
- Procedimentos de Proteção Radiológica em Medicina Nuclear
- Apresentação dos EPI's Utilizados em Medicina Nuclear
- Manipulação de Fontes Não Seladas
- . Eluição do Gerador de  $^{99m}\text{Tc}$
- . Preparação de Fontes Pontuais
- . Preparação de Fontes Lineares

2a. Semana

- Apresentação, Princípio de Funcionamento e Instruções de Uso dos Equipamentos:
- . Medidor de Exposição - Geiger Muller
- . Medidor de Exposição de Área
- . Medidor de Contaminação de Superfície - Geiger Muller
- . Calibrador de Dose
- .. Testes de Controle de Qualidade
- ...Exatidão
- ...Precisão
- ...Fator Geométrico

3a. Semana

- Apresentação, Princípio de Funcionamento e Instruções de Uso dos Equipamentos:
- . Câmera de Cintilação de Dois Detectores
- .. Resolução Energética
- .. Uniformidade Intrínseca
- ...Protocolo do Fabricante
- ...Protocolo IAEA (TecDoc 602 - 1992)
- ...Baixa Densidade Estatística
- ...Alta Densidade Estatística
- .. Desempenho Off Peak

4a. Semana

- Câmera de Cintilação de Dois Detectores
- . Testes de Controle de Qualidade
- .. Resolução Espacial do Sistema
- ...Fonte Pontual
- ....Variação com a Distância

...Variação com a Densidade Estatística

...Variação com o Colimador

5a. Semana

- Câmera de Cintilação de Dois Detectores

.Testes de Controle de Qualidade

..Sensibilidade

...<sup>99m</sup>Tc

...<sup>131I</sup>

..Máxima Taxa de Contagem

..Desempenho da Taxa de Contagem em Detectores Paralizáveis

Segundo Semestre

1a. Semana

- Princípios da Reconstrução Tomográfica

- Apresentação das Estações de Processamento de Imagens: Reconstrução Tomográfica

- Apresentação, Princípio de Funcionamento e Instruções de Uso dos Equipamentos:

.Câmera de Cintilação de Dois Detectores : Modo Tomográfico - SPECT

.Tomógrafo Computadorizado : CT

.Câmera de Cintilação de Dois Detectores Acoplada ao CT : SPECT/CT

2a. Semana

- Acompanhamento dos Procedimentos Clínicos Praticados na Medicina Nuclear

.Protocolos Clínicos Estáticos : <sup>99m</sup>Tc, <sup>67Ga</sup>, <sup>131I</sup>

.Protocolos Clínicos Dinâmicos : <sup>99m</sup>Tc

.Protocolos Clínicos Tomográficos - SPECT : <sup>99m</sup>Tc, <sup>67Ga</sup>

.Protocolos Clínicos Tomográficos - SPECT/CT : <sup>99m</sup>Tc, <sup>67Ga</sup>, <sup>131I</sup>

3a. Semana

- Câmera de Cintilação de Dois Detectores

.Testes de Controle de Qualidade Tomográficos : SPECT

.Calibração do Centro de Rotação - 1 Detector, Órbita 180 graus

.Calibração do Centro de Rotação - 1 Detector, Órbita 360 graus

.Calibração do Centro de Rotação - 2 Detectores, Órbita 180 graus

.Reconstrução e Processamentos das Imagens Tomográficas

4a. Semana

- Câmera de Cintilação de Dois Detectores SPECT/CT

.Testes de Controle de Qualidade Tomográficos : SPECT/CT

.Testes de Controle de Qualidade : CT

.Calibração do Centro de Rotação - 1 Detector, Órbita 180 graus

.Calibração do Centro de Rotação - 1 Detector, Órbita 360 graus

.Calibração do Centro de Rotação - 2 Detectores, Órbita 180 graus

.Reconstrução e Processamentos das Imagens Tomográficas

5a. Semana

- Câmera de Cintilação de Dois Detectores SPECT

.Testes de Controle de Qualidade Tomográficos : SPECT

..Resolução Espacial Tomográfica Sem Meio Espalhador

...Órbita 180 graus

...Órbita 360 graus

..Resolução Espacial Tomográfica Com Meio Espalhador

...Órbita 180 graus

...Órbita 360 graus

.Teste de Desempenho Tomográfico

.Reconstrução e Processamentos das Imagens Tomográficas

- Câmera de Cintilação de Dois Detectores SPECT/CT

.Testes de Controle de Qualidade Tomográficos : SPECT/CT

..Co-Registro entre as Imagens de CT e do SPECT

.Reconstrução e Processamentos das Imagens Tomográficas

#### 4. Sistema de Avaliação do Desempenho do Estudante

Esta será feita com base nas atividades do estágio e em um caderno de atividades denominado "portfólio". A nota de cada módulo será a média das notas de avaliação no estágio e a nota do portfólio (esta terá peso 2). A média final da disciplina será a média ponderada das notas em cada módulo (radiologia, medicina nuclear e radioterapia).

1- Avaliação no estágio: A avaliação no estágio será feita com notas nos seguintes quesitos: frequência, postura ética, pontualidade, proficiência.

2- Sobre o Portfólio: Este é um diário de atividades desenvolvidas durante os estágios. Estes registros poderão ser realizados ao final de cada período de atividades. São registros feitos individualmente. Nele os alunos deverão coletar anotações sobre as atividades realizadas diariamente. Descreverão de forma objetiva, as atividades realizadas em cada período. Por exemplo: visita a serviços, acompanhamento de exames, discussão de casos, realização e participação de seminários, reuniões, aulas, entre outros. Ao final deverão anotar suas impressões pessoais sobre aproveitamento, graus de interesse, e eventualmente comentários de auto-avaliação dentro das atividades. Nas atividades práticas, como por exemplo, atividades desenvolvidas em laboratório, ou em campo, poderão ser anotadas em forma semelhante aos de relatório dos experimentos com descrição sumária do material e método, resultados, com breve comentário destes e grau de aproveitamento pessoal. Poderão também coletar documentos que comprovem as atividades realizadas em cada serviço, como por exemplo, fichas de controle de cálculos de dose por paciente que ele participou, formulários de controles de medições realizados, etc. Estes, deverão ser fornecidos pelo supervisor de cada área com orientações para que o aluno possa preencher adequadamente.

No conjunto poderão constar mini-monografias, levantamento de dados ou relatórios específicos que eventualmente tenham sido solicitados pelos supervisores. O portfólio deverá ser concluído com um resumo das atividades por ele realizadas ou com sua participação, das atividades teóricas ou práticas, das visitas, dos acompanhamentos, e uma análise crítica em forma de autoavaliação de seu desempenho em situações por ele consideradas relevantes na sua formação como físico médico.

A avaliação deste será feita com base na forma de apresentação organizada, na confirmação da participação de todos os eventos ali realizados, e análise dos comentários com base na clareza da apresentação, lógica, proficiência e notoriedade.

3- Sobre Presença: As atividades são presenciais. O aluno que faltar mais que os 25% do período de cada módulo terá nota zero na frequência naquele módulo, e estará automaticamente reprovado na disciplina, pois a média final é geométrica.

Se o aluno faltar mais que 25% no semestre estará automaticamente reprovado.

A justificativa da ausência deverá ser apresentada até três dias desta. Não serão aceitas para análise justificativas entregues posteriormente. Os abonos e reposições respeitarão o regimento da Universidade.

#### 5. Corpo Docente

Todas as atividades serão supervisionadas diretamente por um físico habilitado, biólogo, biomédico ou outro profissional técnico atuante ou em serviço da área hospitalar.

As atividades de acompanhamento direto em exames e procedimentos em pacientes serão sempre supervisionadas diretamente com um docente do Departamento de Radiologia,

médico, físico médico, enfermeiro ou técnico (radiologia, radioterapia ou medicina nuclear) responsável em serviço na respectiva seção.

### **QG101 - Química I**

#### **Bibliografia:**

-P. Atkins & L. Jones, Chemical Principles: The quest for insight, 2<sup>a</sup> ed., W.H. Freeman, 2002. - J.C. Kotz & P. Treichel Jr., Chemistry & Chemical Reactivity, Saunders College Publishing, 4<sup>a</sup> ed., 1999.

#### **Programa:**

1. Sistema Internacional de Unidades 2. Definição das unidades comumente usadas em química geral para energia, massa, tempo, espaço, volume, pressão, temperatura, densidade e velocidade. 3. Estequiometria e Aritmética Química O mol. Peso molecular e peso fórmula. Fórmulas químicas. Fórmulas moleculares Balanceamento de equações. Cálculos baseados em equações químicas. Cálculos com reagentes limitantes. 4. Estrutura Atômica e Tabela Periódica. Natureza elétrica da matéria. A carga do elétron. O núcleo do átomo. A Lei Periódica e a Tabela Periódica. O spin do elétron e o princípio de exclusão de Pauli. A configuração eletrônica dos elementos. A tabela Periódica e as configurações eletrônicas. A distribuição espacial dos elétrons. 5. A ligação Química Símbolos de Lewis. Aligação covalente. Moléculas polares e eletronegatividade. Oxidação e redução. Número de oxidação. Nomenclatura e compostos químicos. Outras forças de ligação. Sólidos cristalinos. Tipos de cristais. Teoria das bandas dos sólidos. Defeito em cristais. A ligação iônica. Fatores que influenciam a formação de compostos iônicos. Teoria orbital atômica molecular. 6. Metais, não metais e metalóides. Tendências em comportamento metálico. Propriedades químicas e produtos típicos. 7. Metalóides e Não-Metais Os elementos livres. Compostos oxigenados de não-metais. Oxácidos e oxoânions. Oxaácidos e oxoânions poliméricos. 8. Reações Químicas em Solução Aquosa Terminologia em soluções. Eletrólitos. Equilíbrio químico. Reações iônicas. Ácidos e bases em soluções aquosas. Preparação de sais inorgânicos por reações de dupla troca. Reações de óxido redução. Balanceamento de reações de óxido redução. Aspectos quantitativos de soluções: molaridade. Pesos equivalentes e normalidade. 9. Propriedades das Soluções Tipos de soluções. Unidades de concentração. O processo de dissolução. Calor de dissolução. Solubilidade e Temperatura. Cristalização fracionada. 10. Equilíbrio Químico Lei de ação das massas. A constante de equilíbrio. Cinética e equilíbrio. Termodinâmica e equilíbrio. Relação de  $K_p$  e  $K_c$ . Equilíbrio heterogêneo. Princípio de Le-Chatelier-Braun. Cálculos de equilíbrio. 11. Ácido e Bases em Água Definições. Forças de ácidos e bases. Ionização da água e pH. Dissociação de eletrólitos fracos. Tampões. Hidrólise. Indicadores. 12. Solubilidade - Produto de solubilidade. Efeito do íon comum e solubilidade. 13. Termoquímica  $\Delta H$ , valor específico. Primeira Lei da Termodinâmica. Espontaneidade das reações,  $\Delta G$ ,  $\Delta S$ , segunda Lei da Termodinâmica. 14. Velocidade de reações Catálise 15. Relações entre propriedades e estrutura. 16. Oxidação e redução 17. Polímeros

### **QG102 - Química Experimental I**

#### **Bibliografia:**

Bibliografia pertinente a cada experimento é citada no material apostilado.

#### **Programa:**

##### **OBJETIVOS DA DISCIPLINA**

Os experimentos selecionados para esta disciplina têm como objetivo a abordagem de conceitos fundamentais de química e de técnicas básicas de trabalho em um laboratório químico, de forma a reforçar conteúdos e fornecer conhecimento introdutório a outras disciplinas do curso.

## 1. GRUPOS

Os alunos deverão se dividir em grupos de dois para a aula experimental e fornecer aos docentes responsáveis o nome e o RA dos integrantes do grupo no primeiro dia de aula. Todos os integrantes do grupo devem estar matriculados na mesma turma e o grupo será mantido durante todo o semestre.

## 2. ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO DA DISCIPLINA

No horário da aula (às 14 ou às 19 horas), os alunos deverão estar presentes na sala de aula IQ-06, onde haverá uma breve aula para explicar e discutir conceitos importantes para o experimento do dia. OS ALUNOS DEVEM SER PONTUAIS QUANTO AO HORÁRIO DAS AULAS. Os alunos que chegarem depois de 15 min do início da aula não poderão participar do experimento e ficarão com falta e nota zero na avaliação do relatório. Logo depois da aula expositiva, os alunos deverão se dirigir aos laboratórios localizados no bloco F (piso térreo, LQ-02, 03, 04, 05 ou 06, dependendo da turma) para a realização do experimento.

É indispensável que os alunos tenham um caderno de laboratório para fazer as anotações necessárias durante o experimento (pesagens, volumes, mudança de coloração, etc.)

Durante a realização do experimento, os alunos deverão elaborar um relatório, o qual será entregue no final da aula. A lista de presença será assinada duas vezes ao longo da aula: durante a aula/discussão inicial e durante o experimento, no momento em que o professor julgar apropriado dentro do horário de aula.

## 3. APOSTILAS

A apostila da disciplina será disponibilizada no TELEDUC (<https://www.ggte.unicamp.br/ea/>) para impressão ou poderá ser consultada por meio de notebooks, tablets, etc. O uso desses equipamentos para qualquer outra finalidade é terminantemente proibido durante as aulas.

## 4. RELATÓRIOS

No início da aula, cada grupo receberá uma folha de relatório com questões relacionadas ao experimento a ser realizado. Cada dupla de alunos entregará apenas um relatório. As questões devem ser respondidas e entregues no final da aula. Não é preciso incluir introdução ou parte experimental no relatório.

Algumas informações ou dados necessários para a redação do relatório deverão ser obtidos na literatura antes do início do experimento. Dessa forma, é imprescindível que os alunos leiam atentamente e com antecedência a apostila e consultem a literatura indicada.