

**INSTITUTO DE FÍSICA**  
**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**Manual da Disciplina**

**FGE 2203**  
**Física para Engenharia III**

Fundamentos de eletricidade e magnetismo para o ciclo  
básico da Escola Politécnica

(Teoria e Laboratório)

1º. Semestre/2005

# Equipe da Disciplina

***FGE 2203/ 1º semestre-2005***

## **Docentes**

Prof. Alessandro Martins Marques  
Prof. Dr. Antonio Martins Figueiredo Neto  
Prof. Dr. Carlos Castilla Becerra  
Prof. Dr. Carlos Eugênio Carneiro I. Carneiro  
Prof. Dr. Carlos S.O. Yokoi  
Prof. Dr. Dirceu Pereira  
Prof. Diogo Soga  
Prof. Dra. Emi Márcia Takagui  
Prof. Dr. Fernando Tadeu C. Brandt  
Prof. Juan Carlos Mittani  
Profa. Lara Helena E. dos Santos  
Prof. Dr. Luiz Carlos Chamon  
Prof. Dr. Manfredo H. Tabacniks  
Prof. Dr. Masao Matsuoka  
Prof. Dr. Nelson Fiedler Ferrara Junior  
Prof. Dr. Paulo Eduardo Artaxo Neto  
Prof. Dr. Paulo Teotônio Sobrinho  
Prof. Rafael Alejandro C. Merino  
Prof. Dr. Rubens Lichtenthaler Filho  
Prof. Dr. Sadao Isotani  
Profa. Dra. Shuhaila M. Shibli  
Prof. Theotonio Mendes Pauliquevis Jr.

## **Monitores**

André Carlos Lehum (Doutoramento, IFUSP)

## **Secretária**

Ivone Vantini

## **Coordenação**

Prof. Dr. Nelson Fiedler-Ferrara - Coordenação Geral  
Prof. Dr. Masao Matsuoka - Coordenação de Laboratório  
Prof. Dra. Suhaila M. Shibli - Sub-Coordenadora de Laboratório

## Caro Aluno,

Durante este semestre estaremos juntos trabalhando com eletromagnetismo. Estudaremos suas leis, conceitos e aplicações, tratados de forma adequada para uma primeira disciplina no assunto para estudantes de engenharia. Não nos parece adequado usar-se o termo "introdutório" para esses conteúdos, como algumas vezes eles são referidos. Na verdade, são conhecimentos bastante sofisticados e poderosos para tratar problemas importantes em ciência e tecnologia. O que se faz em uma disciplina como esta, é apresentá-las apropriadamente para quem nelas se inicia.

**Esta disciplina é constituída por aulas práticas (laboratório) e aulas de teoria.** Fizemos o possível para que as aulas de laboratório abordem conteúdos que estão sendo vistos na teoria, embora a melhor concatenação seja algumas vezes prejudicada por força do calendário. Serão realizados seis experimentos ao longo do semestre letivo.

Na parte da teoria a disciplina está organizada em unidades. Essa divisão é apenas para fins didáticos, uma vez que os conteúdos que vamos estudar inter-relacionam-se. Assim, apesar do fato de que cada avaliação cobrirá uma parte dos conteúdos, você deve estar preparado para utilizar os conhecimentos adquiridos ao longo do semestre, isto é, é essencial que você revise periodicamente aquilo que aprendeu.

As unidades são constituídas por aulas expositivas teórica e por aulas de exercícios, onde as leis, conceitos ou técnicas aprendidos são aplicados. A utilização da teoria em exercícios é uma atividade central para a adequada aprendizagem. Entretanto, não basta assistir às aulas de exercícios; problemas selecionados do livro-texto lhe serão propostos e é essencial que você os faça. Porém, para fazer os exercícios, é fundamental que você tenha bem compreendido os aspectos teóricos.

É natural que você tenha dificuldades durante a aprendizagem. **Além do apoio didático do seu professor, organizamos neste ano uma monitoria bem preparada, formada por um excelente aluno para tirar as suas dúvidas.** O monitor será um outro elo muito importante neste nosso trabalho conjunto de aprendizagem. É importante que você os procure ao longo do semestre para auxiliá-los e não apenas antes das provas.

Finalmente, este Coordenador estará à sua disposição para recebê-lo. Para tanto, basta, você agendar uma reunião através da Secretária da disciplina. Reservarei um tempo para isso e será uma satisfação podermos compartilhar idéias, propostas ou mesmo dificuldades que você tiver e não apenas aquelas diretamente ligadas aos conteúdos da disciplina, mas também as relacionadas com a organização dos estudos ou inquietações da vida de estudante.

Neste pequeno manual você encontrará as informações mais importantes sobre a disciplina, tais como bibliografia, programa, monitoria, etc. É imprescindível que você o leia com atenção.

Saudações Universitárias  
Prof. Nelson Fiedler-Ferrara  
Coordenador

## **Livros para a disciplina**

Para teoria, existem muitos livros que tratam o eletromagnetismo. Isso é feito segundo vários enfoques e níveis de abordagem. Entretanto, buscando operacionalizar o processo de aprendizagem, escolhemos um livro-texto que será a base de nossa disciplina. As avaliações, na forma de provas escritas, apresentarão nível de elaboração consistentes com o conteúdo teórico e exercícios propostos no final de cada capítulo do livro-texto.

Além do livro-texto, estamos fornecendo, a seguir, três outras sugestões. Uma delas (Halliday) tem o mesmo nível de abordagem do livro-texto e fornece muitos exercícios para serem resolvidos. Um outro (Nussenzveig) é um pouco mais aprofundado do ponto de vista matemático e, sem dúvida, interessará aos alunos que desejam ampliar os seus conhecimentos. É o caso também da terceira sugestão (Purcell), um tanto mais avançada que as demais e que utiliza o sistema CGS. De uma maneira geral, todos os livros abaixo listados são adequados para uma primeira disciplina universitária de eletromagnetismo para alunos de engenharia.

### Livro-Texto

R.A. Serway, e J.W. Jewett, Jr. Princípios de Física - Eletromagnetismo (volume 3).Thompson, São Paulo, 2004.

### Livros recomendados (optativos)

D. Halliday, R. Resnick e J. Walker. Fundamentos de Física 3. 4ª edição. Livros Técnicos e Científicos, São Paulo, 1996.

H.M. Nussenzveig, Eletromagnetismo. Edgard Blücher, São Paulo, 1997.

E.M. Purcell, Curso de Física de Berkeley - Volume 2. Edgard Blücher, São Paulo, 1970.

## **Apostila de Laboratório**

Para a abordagem prática (laboratório) foi confeccionada uma apostila especial, que você receberá na sua primeira aula de laboratório.

## Monitoria

O monitor de teoria, Gustavo, faz pós-graduação no Instituto de Física. O monitor vai ser supervisionado diretamente pelo Coordenador. Quaisquer comentários ou sugestões que você tiver com relação à monitoria devem ser dirigidas ao Coordenador.

O monitor de teoria estará preparado para tirar suas dúvidas de conceitos e na resolução de exercícios. O Coordenador instruiu o monitor para não fornecer diretamente as soluções, mas encaminharem-nas. Você pode procurá-lo quantas vezes for necessário. **A idéia é que se estabeleça um diálogo produtivo entre o monitor e você, de tal forma que esse contacto se traduza em real aprendizagem, o que só vai acontecer quando você tiver um papel ativo na aprendizagem.** O monitor o auxiliará nesse processo.

Monitor:	André
Horário:	terça-feira e quinta-feira Das 12:00 h às 13:00 h
Local:	Biênio-sala de monitores

## Agendamento de Reunião com o Coordenador

Qualquer contacto com o Coordenador deverá ser feito através da Secretária da disciplina, Ivone. **Mensagens eletrônicas encaminhadas diretamente ao coordenador não serão respondidas.** O Coordenador reservará um tempo semanal para atendimento aos alunos. Portanto, eventualmente, o agendamento de reuniões pode não se traduzir em uma reunião imediata. Casos que exigem presteza, é óbvio, serão tratados imediatamente.

Agendamento de reuniões com Coordenador ou outros problemas referente a disciplina com Ivone: e-mail: [ifpoli@if.usp.br](mailto:ifpoli@if.usp.br)

## Endereço na Rede

Você poderá acessar o endereço da disciplina na rede. Nele você encontrará, além do conteúdo deste manual, material de apoio, como provas de anos anteriores, distribuição das turmas, áreas de atividades dos professores, divulgação de notas da disciplina.

Endereço na rede: <http://plato.if.usp.br/diurno.xml>

## Laboratório

Neste semestre você realizará seis experimentos (veja programação nas páginas 11 a 14). Não haverá relatórios para serem feitos em casa. **Todas as atividades serão realizadas nos laboratórios didáticos do Instituto de Física.** Além da parte prática, você deverá reproduzir seus resultados, realizar as atividades solicitadas e responder algumas questões propostas no "Guia para tomada e Processamento de Dados Experimentais", que lhe será fornecido, pelo seu professor, no início de cada aula de laboratório. No final do experimento você entregará o guia devidamente preenchido, que será avaliado pelo seu professor e devolvido quando você vier fazer a próxima experiência.

Um experimento **estará aceito** quando o Guia devidamente corrigido lhe for entregue com um "OK". **Durante o semestre letivo você deverá ter pelo menos cinco experimentos aceitos, caso contrário ser-lhe-á atribuída nota zero para laboratório.**

A programação detalhada e a data para realização dos experimentos para cada turma será entregue pelo professor de laboratório na primeira aula prática.

**Além dos experimentos haverá uma prova escrita de laboratório que será realizada em 01/07/2005.** Essa prova versará sobre os conteúdos explorados nos seis experimentos. Não haverá substitutiva para a prova de Laboratório.

O bom aproveitamento e participação no laboratório é essencial para a adequada aprendizagem do eletromagnetismo.

## Avaliação

A avaliação se fará a partir da composição da nota de teoria (T) com a nota de laboratório (L).

A nota de teoria é obtida através da média aritmética (com igual peso) de três provas escritas (P1, P2, P3), as mesmas para todas as turmas, com questões refletindo, sobretudo, os conteúdos apresentados durante o período desde a última prova. Entretanto, como há inter-relação entre conteúdos, numa dada prova poderão ser utilizados conhecimentos previamente adquiridos. A nota de teoria (T) é fornecida pela seguinte fórmula:

$$T = \left( \frac{P1 + P2 + P3}{3} \right)$$

Para teoria, está prevista uma prova substitutiva (PS) versando sobre toda a matéria do semestre. **Não se trata de uma prova substitutiva aberta. Você só poderá fazer a prova substitutiva se tiver perdido uma das provas por motivos justificados (doença, óbito no núcleo familiar, obrigações legais como militares, judiciais etc.). NÃO É NECESSÁRIO, A APRESENTAÇÃO DE DOCUMENTO COMPROBATÓRIO**

**Você deve observar que é muito mais difícil fazer a prova substitutiva do que as provas regulares, porque os conteúdos na substitutiva CORRESPONDEM À MATÉRIA DE TODO O SEMESTRE. Assim, não falte às provas regulares, exceto por motivos de força maior.**

	<b>Avaliação</b>	<b>Data</b>	<b>Horário</b>
Teoria	P1	14/04/2005	13:10 às 14:50
	P2	19/05/2005	
	P3	30/06/2005	
	PS (Substitutiva)	07/07/2005	
	PR (Recuperação)	28/07/2005	
Laboratório	PL	01/07/2005	16:00 às 17:40 h

O local de realização das provas será fornecido e divulgado pela Comissão do Biênio, não necessariamente ocorrendo nas salas onde você assiste as aulas

A nota de laboratório (L) é obtida a partir do **número de experimentos aceitos** (E) e da **nota na prova de laboratório** (PL). Experimento aceito é aquele que recebeu um "OK" no "Guia para Tomada e Processamento de Dados Experimentais", após correção do professor. Não haverá substitutiva para a prova de laboratório.

Alunos que tiverem menos de 5 experimentos aceitos terão nota de laboratório zero, independentemente da nota na prova de laboratório

A nota de laboratório (L) se obtém pela seguinte fórmula:

$$L = \begin{cases} \text{zero,} & \text{se } E < 5 \\ \frac{5E + 2PL}{5}, & \text{se } E \geq 5 \end{cases}$$

E = Experimentos aceitos  
PL = Nota na prova de laboratório

A nota na disciplina (M) resulta da seguinte fórmula:

$$M = \begin{cases} \frac{1,5L + 8,5T}{10}, & \text{se } L \neq \text{zero} \\ \frac{T}{2}, & \text{se } L = \text{zero} \end{cases}$$

Você estará aprovado se obtiver média semestral  $M \geq 5,0$  e freqüência adequada ( $\geq 70\%$ ), conforme os regulamentos da Universidade de São Paulo nesse particular.

Se você obtiver média semestral  $3,0 \leq M < 5,0$  e freqüência  $\geq 70\%$  terá direito a fazer uma prova de recuperação, **essa prova será de teoria**. A nota da prova de recuperação (PR) se compõe com a média do semestre (M) fornecendo a nota de

recuperação (R), isto é,  $R = \left( \frac{3M + 2PR}{5} \right)$ . Você estará aprovado se  $R \geq 5,0$ . **Alunos com**

**L = zero não estarão aptos a fazer a prova de recuperação.**

As notas das provas corrigidas serão conhecidas num prazo máximo de 15 dias após a realização. As notas serão afixadas em local próprio pela Comissão do Biênio e no endereço eletrônico. Haverá revisão de provas, conforme for estabelecido pelo seu professor.

## Programa da disciplina

Na tabela fornecida a seguir estão indicados os conteúdos de teoria e os experimentos de laboratório. Com relação a esses últimos indica-se, sem detalhamento por turma, a época em que os experimentos serão feitos. Esse detalhamento por turma ser-lhe-á fornecido pelo seu professor de laboratório no primeiro dia de aula. Como afirmamos antes, buscamos, na medida do possível, paralelismo entre os conteúdos de teoria e aqueles dos experimentos.

Para teoria, indicam-se na tabela fornecida os conteúdos de cada unidade, as localizações no livro-texto e alguns exercícios sugeridos, correspondentes aos capítulos referidos. Na tabela estão também indicadas as datas das provas e as unidades que elas cobrirão. Apesar de que seu professor resolverá problemas extras nas aulas de exercícios, é importante que você faça os problemas propostos. Isso é essencial para a boa compreensão da teoria. Mas resolver apenas esses problemas propostos não basta. Você deve selecionar outros no livro-texto e nos livros recomendados e resolvê-los. Antes de fazer exercícios você deve reler o livro, as notas-de aula, enfim, estudar os conteúdos do capítulo. Não se fazem exercícios para ir bem na prova, embora isso inevitavelmente ocorra com quem praticar bastante, mas para aprender!

Em linhas gerais, se você dedicar aos estudos de uma disciplina pelo menos o tempo que tiver aulas dessa disciplina durante a semana, (é obrigatório o estudo semanal, sem deixar acumular) isso será suficiente. Assim, como você tem 200 minutos de aula de Física III por semana, deverá, portanto, toda semana, estudar pelo menos igual tempo de Física III, o que significa rever a teoria e fazer exercícios. Você deve fazer isso com Física III e com as outras disciplinas que cursa. Se você dedicar oito horas por dia, sem contar o fim-de-semana, o que é uma jornada normal de trabalho, você dá conta desse programa de estudo e, sem dúvida, se sairá bem.

Um outro aspecto que gostaríamos de nos referir diz respeito às notas das avaliações. É freqüente os alunos organizarem-se para "passar" na matéria, isto é, lograr a nota mínima. Essa é uma má política. Novamente insistimos, não se estuda para "passar", mas para aprender. Devemos buscar aprender; a nota e o "passar" serão uma consequência natural. Não basta aprender o mínimo, temos de ser ousados: aprender da melhor maneira que pudermos. Se assim se fizer, isso significará uma base muito importante para seus estudos posteriores e na sua carreira profissional. Não é verdade

que depois de formado pouco interessam as notas da graduação. Você será selecionado, futuramente, para estágios, em função do seu aproveitamento. Portanto, não vacile.

Ainda uma vez, gostaríamos de enfatizar a disponibilização do monitor para a disciplina. Use e abuse desse serviço. Procure o monitor toda vez que sentir necessidade.

Uma observação, aulas que eventualmente coincidirem com feriados serão compensadas em horário combinado entre a classe e seu professor.

Se você observar a tabela a seguir com a programação, verá que ela está dividida em três grandes blocos. Após cada bloco se fará uma prova para avaliação. No primeiro bloco (unidades 1 a 4) estudam-se principalmente os conceitos de força e campo elétricos, potencial eletrostático, métodos para cálculo desses e o conceito de corrente. No segundo bloco (unidade 5 a 7) abordam-se os conceitos de força e campo magnéticos e métodos para cálculo. No terceiro bloco (unidades 8 a 11) estuda-se o fenômeno de indução eletromagnética e aplicações como capacitores, magnetismo na matéria, circuitos de corrente contínua, gerador, motor etc.

Nos primeiros dois blocos é muito provável que sua maior dificuldades seja com a matemática. De fato, a aprendizagem dos métodos para cálculo de campos elétricos e magnéticos a partir, respectivamente, de distribuição de cargas e de correntes, necessitará de procedimentos que você aprendeu e estará aprendendo durante este semestre na sua disciplina de Cálculo III. Assim, os conteúdos de Cálculo o auxiliarão em Física III e a prática desses procedimentos em Física III lhe permitirão adquirir destreza e consolidar o aprendido em Cálculo. Nesse sentido haverá uma complementaridade muito importante e positiva. O seu professor está ciente dessa dificuldade e desenvolverá os conteúdos desses dois primeiros blocos levando-a em conta.

No terceiro bloco, os conhecimentos adquiridos em eletricidade e magnetismo serão utilizados no estudo de dispositivos práticos. Será o momento de melhor compreender, e em bases menos abstratas, o que se desenvolveu desde o início da disciplina.

Essa divisão dos conteúdos permite uma razoável identidade temática em cada avaliação, o que será positivo para a organização dos seus estudos.

Mãos à obra e um excelente semestre!