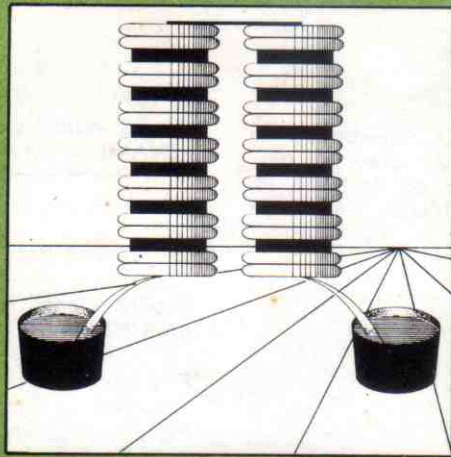
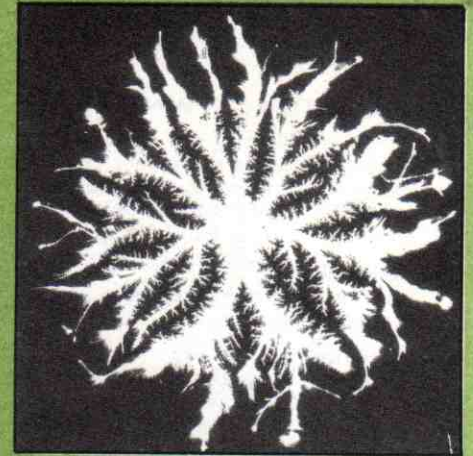




1 - Cargas e estrutura da matéria



2 - Campo elétrico



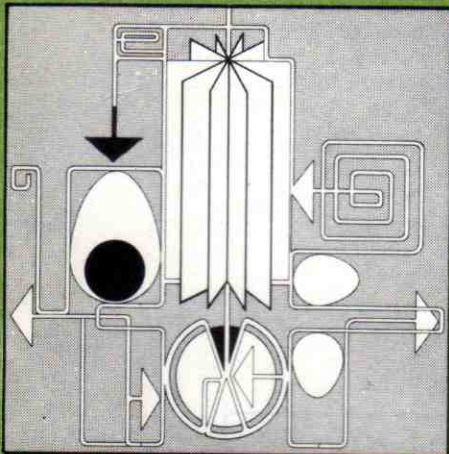
3 - Potencial elétrico

PROJETO
DE ENSINO
DE FÍSICA
IFUSP — Instituto de Física da Universidade de São Paulo
MEC/FENAME/PREMEN

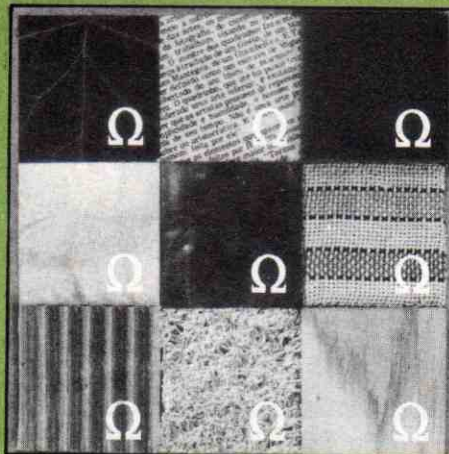
Eletricidade

2.ª edição

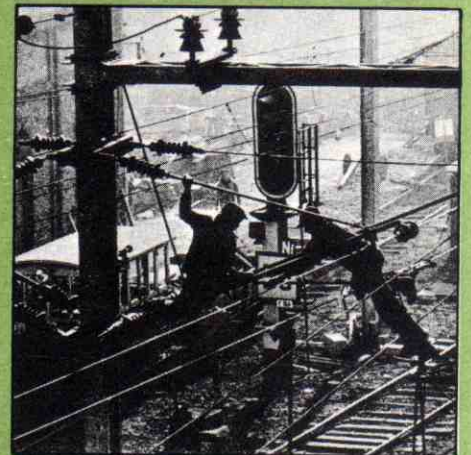
4 - Corrente elétrica



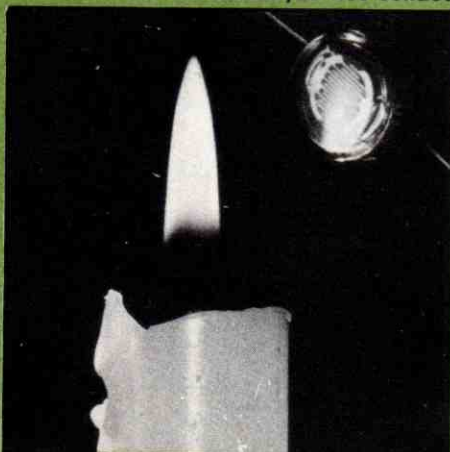
5 - Resistência elétrica



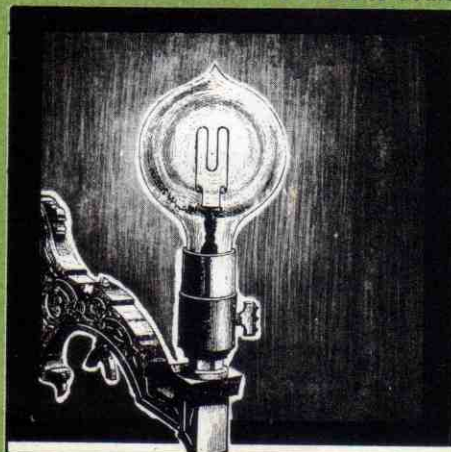
6 - Resistência e resistividade



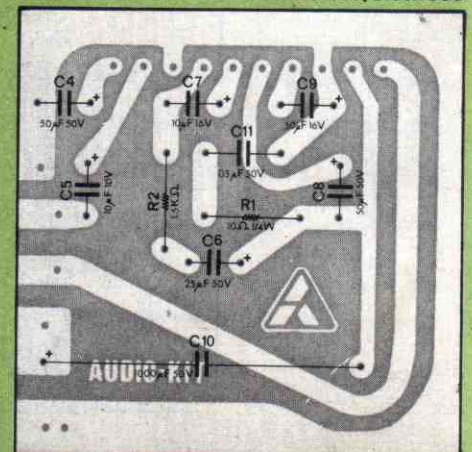
7 - Condução nos sólidos



8 - Efeito Joule



9 - Circuitos elétricos



MEC/FENAME/PREMEN

PEF — PROJETO DE ENSINO DE FÍSICA, constituído de quatro conjuntos destinados ao Ensino de 2.º Grau, foi planejado e elaborado pela equipe técnica do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP), mediante convênios com a FENAME e o PREMEN.

Coordenação

Ernst Wolfgang Hamburger
Giorgio Moscati

Mecânica

Antonia Rodrigues
Antonio Geraldo Violin
Diomar da Rocha Santos Bittencourt
Hideya Nakano
Luiz Muryllo Mantovani
Paulo Alves de Lima
Plínio Ugo Meneghini dos Santos

Eletricidade

Eliseu Gabriel de Pieri
José de Pinho Alves Filho
Judite Fernandes de Almeida

Eletromagnetismo

Jesuina Lopes de Almeida Pacca
João Evangelista Steiner

Programação Visual

Carlos Egidio Alonso
Ettore Michele di San Fili Bottini

Fotografias e Reproduções

José Augusto Machado Calil
Washington Mazzola Racy

Secretaria e Datilografia

Carlos Eduardo Franco de Siqueira
Janete Vieira Garcia Novo

Linguagem

Claudio Renato Weber Abramo
Maria Nair Moreira Rebello

Construção de Protótipos

José Ferreira
Voanerges do Espírito Santo Brites

Conjunto Experimental

Plínio Ugo Meneghini dos Santos

Colaboram o pessoal da Secretaria, Oficina Gráfica, Administração, Oficina Mecânica e Oficina Eletrônica do IFUSP.

IFUSP: Caixa Postal 20 516, São Paulo — SP.

© 1971

Direitos autorais exclusivos da
FENAME — Ministério da Educação e Cultura

1.ª edição — 1979

Impresso no Brasil

Depósito legal na Biblioteca Nacional, conforme Decreto n.º 1.825, de 20 de dezembro de 1907.

Esta edição foi publicada pela
FENAME — Fundação Nacional de Material Escolar, sendo
Presidente da República Federativa do Brasil
João Baptista de Oliveira Figueiredo

Ministro de Estado da Educação e Cultura
Rubem Carlos Ludwig

Secretário-Geral do MEC

Sérgio Mário Pasquali

Diretor Executivo da FENAME

Wander Batalha Lima

Direção do Departamento de Produção da FENAME

Maria Regina Fernandes de Souza

Coordenação editorial

Suetônio Soares Valença

Equipe editorial

Divisão de Material Didático (interino): José Tedin Pinto

Seção de Elaboração e Avaliação Pedagógica (interino):

Antonio Geraldo P. Caldas

Preparo técnico dos originais: Elisabeth Euridice T. Mendes

Seção de Revisão: Norma de Magalhães C. Vasconcellos

Revisão tipográfica: Maria Thereza Pessoa da Costa
e Sérgio Bellinello Soares

Divisão de Apoio à Produção: Marilene dos Santos Andrade

Seção de Artes Gráficas: Gioietta Timoteo Lana

Produção gráfica: Cintia Kury S. de C. Barbosa
José Roberto Lisboa

U58e Universidade de São Paulo. Instituto de Física.

Eletricidade / IFUSP. — 2.ed. — Rio de Janeiro :
FENAME, 1981.

9 (folhetos) : il. ; 28 cm. — (Projeto de Ensino de
Física)

Os folhetos são numerados de 1 a 9.

ISBN 85-222-0058-0 Geral

1. Eletricidade. I. Fundação Nacional de Material Es-
colar, **Rio de Janeiro, ed.** II. Série.

82 - 011 MEC/FENAME/RJ



CDD 537
537.1



Como utilizar este texto

Caro estudante

Elaboramos este curso para que você possa aprender Física de um modo ativo. Isto significa que você vai realizar experiências, analisar e discutir os resultados obtidos, responder a perguntas e resolver problemas.

Todas essas atividades são partes integrantes do texto. Não é possível seguir o curso sem realizar as atividades indicadas.

Leia o texto com atenção, tentando responder sozinho a cada uma das questões que aparecem numeradas (Q1, Q2, Q3, etc.). Tais questões às vezes se referem a experiências e medições que você deve realizar; outras vezes, trata-se de gráficos que você deve construir, problemas que deve resolver ou simples perguntas que deve responder.

Depois de responder a cada questão, discuta com os seus colegas se a resposta está correta e por quê.

A Física não é assunto fácil. Para compreendê-la não basta simplesmente ler um texto ou ouvir o professor falar. É necessário pensar, tentar responder a perguntas, resolver problemas; é trabalhando com os conceitos da Física que você vai aprendê-los. Por isso, é essencial que você não olhe as respostas às questões do texto antes de fazer um bom esforço para respondê-las sozinho.

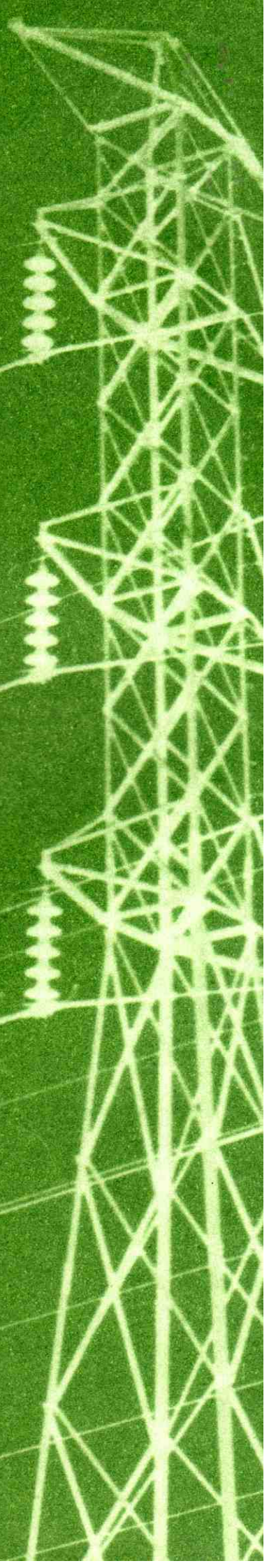
A resposta impressa contém às vezes comentários sobre a questão. Não esperamos que, na resposta que você der, constem também tais comentários. Eles são feitos para que você perceba que certas questões são mais profundas do que parecem ser. Por outro lado, sugerimos que, além do texto impresso, você tenha um caderno onde possa fazer cálculos ou dar respostas mais completas.

Em cada capítulo há uma série de exercícios que você deve resolver para verificar se entendeu o que leu e para fixar o que aprendeu. Além disso pode haver também trechos em tipo menor que tratem de aspectos mais difíceis do assunto. Seu professor decidirá se tais trechos serão obrigatórios para toda a classe ou não. De qualquer modo, você poderá estudá-los se estiver interessado.

O "Guia do multímetro", no fim do capítulo 9, explica como você deve utilizar medidores de tensão, corrente e resistência elétrica.

Finalmente, há as "Leituras Suplementares", também impressas em tipo pequeno. Essas leituras não são obrigatórias; leia-as se gostar. Pretendemos, com elas, introduzir alguns assuntos modernos, como supercondutores (capítulo 8) ou assuntos históricos, como, por exemplo, as experiências de Volta (capítulo 2).

Desejamos-lhe um bom trabalho!





O que é o PEF

O **Projeto de Ensino de Física** representa uma experiência nova no Brasil. Para sua elaboração formou-se uma equipe de cientistas (pesquisadores de Física Nuclear) e de professores com larga experiência no ensino médio e universitário, além de programadores visuais e um jornalista. O objetivo principal foi o de criar um curso adequado especificamente às condições atuais da escola média brasileira.

O PEF destina-se aos alunos do curso médio, ou seja, alunos que, em geral, não mais estudarão Física, vencido esse nível. Julgamos assim importante proporcionar ao aluno um contato com assuntos que, com toda probabilidade, não mais serão abordados em sua formação subsequente. Dessa maneira, procuramos levar o aluno a conhecer o método científico através do estudo de alguns fenômenos e conceitos específicos da Física; e chegar também aos aspectos contemporâneos dessa ciência.

O PEF conta com quatro volumes: Mecânica 1, Mecânica 2, Eletricidade e Eletromagnetismo, correspondendo cada um a cerca de 50 horas de aula. Acompanham

esses volumes três conjuntos experimentais: um para os dois primeiros volumes de Mecânica, um para Eletricidade e um para Eletromagnetismo.

É importante enfatizar que a parte experimental do PEF é integrada no curso, sendo praticamente impossível seguir o texto sem realizar as experiências lá especificadas.

Cada conjunto experimental deve ser usado por um grupo de quatro ou, no máximo, cinco alunos.

Resta ainda uma palavra sobre a atividade do professor que utiliza o PEF.

O PEF foi elaborado tendo em vista métodos pedagógicos modernos, enfatizando a atividade do aluno em classe. Assim, o papel do professor, em vez de ser o de discorrer enquanto os alunos ouvem, e servir somente como fonte de informações, se torna principalmente o de organizador, coordenador e orientador do trabalho dos alunos.

OS AUTORES

Lista de material

O material necessário para seguir este curso está relacionado abaixo e constitui o conjunto experimental (Kit) de Eletricidade. Nos casos de falta ou reposição, você poderá adquirir isoladamente o material em lojas de artigos de eletricidade.

- (1) Resistor NTC (50 Ω)
- (1) Resistor LDR — 4822 116 10.001: Philips ou equivalente (não incluído no Kit)
- (1) Resistor de 100 Ω /1 watt
- (2) Resistor de 68 Ω /1 watt
- (1) Resistor de 47 Ω /1 watt
- (2) Resistor de 33 Ω /1 watt
- (1) Resistor de 22 Ω /1 watt
- (1) Díodo BY-127
- (1) Fio de cobre esmaltado n.º 33 (carretel de 6 metros)
- (1) Fio de cobre esmaltado n.º 37 (carretel de 6 metros)
- (1) Fio de cobre esmaltado n.º 37 (carretel de 30 metros)
- (1) Fio de níquel-cromo n.º 32 (15 cm)
- (1) Fio de níquel-cromo n.º 34 (15 cm)
- (1) Fio de níquel-cromo n.º 36 (15 cm)
- (1) Fio de níquel-cromo n.º 38 (15 cm)
- (1) Fio de níquel-cromo n.º 40 (15 cm)
- (3) Lâmpada de 6,0V/50mA (n.º 7 12) Philips ou equivalente)
- (3) Soquete para lâmpada pequena
- (5) Pilhas pequenas (a serem adquiridas)
- (5) Porta-pilhas
- (6) Fios de ligação n.º 24
- (2) Placas de zinco e cobre (8,5 cm \times \times 2,0 cm \times 0,1 cm)
- (1) Retalho de (8,0 \times 3,0) cm² de feltro
- (1) Vidro com sulfato de cobre
- (10) Grampos
- (16) Molas
- (12) Pinos
- (6) Elásticos
- (1) Placa perfurada para montagem
- (1) Multímetro (não incluído no Kit)

Observação: Os números entre parênteses indicam a quantidade.

SUMÁRIO

CAPITULO 1 — Cargas e estrutura da matéria

1. Estrutura da matéria	1-8
2. Elétrons de valência e número atômico	1-11
3. Ionização	1-12
4. Eletrização	1-13
5. A indução elétrica	1-14
6. Condutores e isolantes	1-15
7. Exercícios de aplicação	1-18

CAPITULO 2 — Campo elétrico

1. Campo criado por um corpo carregado	2-2
2. Efeito do campo sobre corpos carregados	2-3
3. O campo entre placas carregadas	2-5
4. Caráter vetorial do campo elétrico	2-6
5. Campo elétrico num fio condutor	2-8
6. A pilha elétrica	2-9
7. Combinações entre pilhas	2-12
8. Exercícios de aplicação	2-14
Leitura Suplementar	
Alessandro Volta	2-19

CAPITULO 3 — Potencial elétrico

1. Energia potencial mecânica	3-2
2. Energia potencial elétrica	3-4
3. Elétrons em um campo elétrico	3-4
4. Diferença de potencial entre dois pontos	3-8
5. Diferença de potencial entre dois pontos quaisquer	3-10
6. Relação entre V e E	3-10
7. A unidade de diferença de potencial	3-12
8. Como medir a diferença de potencial	3-12
9. Exercícios de aplicação	3-14
Leitura Suplementar	
Aceleradores eletrostáticos	3-19
Algumas aplicações da eletrostática	3-28

CAPITULO 4 — Corrente elétrica

1. Campo no fio condutor	4-2
2. Intensidade e sentido da corrente elétrica	4-2
3. A unidade de corrente elétrica	4-4
4. Medida de corrente elétrica	4-4
5. Corrente contínua e corrente alternada	4-8
6. Exercícios de aplicação	4-10

CAPITULO 5 — Resistência elétrica

1. Resistência elétrica	5-2
2. Condutores ôhmicos e não-ôhmicos	5-6
3. Unidade de resistência elétrica	5-10
4. Medida da resistência elétrica	5-10
5. Resistência interna dos medidores de corrente	5-11
6. Resistores utilizados industrialmente	5-13
7. Exercícios de aplicação	5-14
Leitura Suplementar	
Computadores	5-19

CAPITULO 6 — Resistência e resistividade

1. Variação da resistência com o diâmetro do fio	6-2
2. Variação da resistência com o comprimento do fio	6-4
3. Medidas com fios de cobre	6-6
4. Resistividade	6-8
5. Resistividade e estrutura da matéria	6-12
6. Exercícios de aplicação	6-14

CAPITULO 7 — Condução nos sólidos

1. Temperatura e resistência elétrica	7-2
2. Resistor NTC	7-3
3. Resistência e temperatura: análise microscópica	7-4
4. Resistência em função da temperatura	7-6
5. Coeficiente de temperatura	7-10
6. Resistência e polaridade	7-12
7. Resistência e iluminação	7-14
8. Exercícios de aplicação	7-16
Leitura Suplementar	
Resistores NTC	7-21

CAPITULO 8 — Efeito Joule	
1. Transformações de energia	8-3
2. Dissipação de energia dos elétrons num metal	8-3
3. Cálculo da energia térmica produzida	8-9
4. Potência elétrica	8-10
5. Efeito Joule	8-12
6. Exercícios de aplicação	8-20
Leitura Suplementar	
Supercondutividade	8-26
CAPITULO 9 — Circuitos elétricos	
1. Circuito com lâmpadas	9-2
2. Medida de V e I	9-4
3. Tensões no circuito	9-6
4. Distribuição da corrente no circuito	9-6
5. Resistência equivalente (previsão do comportamento do circuito)	9-8
6. Circuitos não redutíveis	9-10
7. Potência do circuito	9-12
8. Exercícios de aplicação	9-12
9. Conclusão	9-15
Guia do Multímetro	9-17

ISBN 85-222-0058-0 Geral
 ISBN 85-222-0059-9 f. 1
 ISBN 85-222-0060-2 f. 2
 ISBN 85-222-0061-0 f. 3
 ISBN 85-222-0062-9 f. 4
 ISBN 85-222-0063-7 f. 5
 ISBN 85-222-0064-5 f. 6
 ISBN 85-222-0065-3 f. 7
 ISBN 85-222-0066-1 f. 8
 ISBN 85-222-0067-x f. 9

Esta obra foi impressa pela
 Gráfica Lux Ltda.
 Estrada do Gabinal, 1 521 — Freguesia — Jacarepaguá — Rio de Janeiro, RJ
 para a
 FENAME — Fundação Nacional de Material Escolar
 Rua Miguel Ângelo, 96 — Maria da Graça — Rio de Janeiro — RJ
 República Federativa do Brasil