

caderno do  
**PROFESSOR**

# FÍSICA



ensino médio  
**3ª SÉRIE**  
1º bimestre - 2008



## GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Governador  
**José Serra**

Vice-Governador  
**Alberto Goldman**

Secretária da Educação  
**Maria Helena Guimarães de Castro**

Secretária-Adjunta  
**Iara Gloria Areias Prado**

Chefe de Gabinete  
**Fernando Padula**

Coordenador de Estudos e Normas  
Pedagógicas  
**José Carlos Neves Lopes**

Coordenador de Ensino da Região  
Metropolitana da Grande São Paulo  
**Luiz Candido Rodrigues Maria**

Coordenadora de Ensino do Interior  
**Aparecida Edna de Matos**

Presidente da Fundação para o  
Desenvolvimento da Educação – FDE  
**Fábio Bonini Simões de Lima**

### EXECUÇÃO

#### Coordenação Geral

Maria Inês Fini

#### Concepção

Guiomar Namó de Mello

Lino de Macedo

Luis Carlos de Menezes

Maria Inês Fini

Ruy Berger

### GESTÃO

Fundação Carlos Alberto Vanzolini

#### Presidente do Conselho Curador:

Antonio Rafael Namur Muscat

#### Presidente da Diretoria Executiva:

Mauro Zilbovicius

#### Diretor de Gestão de Tecnologias aplicadas à Educação:

Guilherme Ary Plonski

#### Coordenadoras Executivas de Projetos:

Beatriz Scavazza e Angela Sprenger

### APOIO

CENP – Coordenadoria de Estudos e Normas  
Pedagógicas

FDE – Fundação para o Desenvolvimento da  
Educação

### COORDENAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DOS CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS E DOS CADERNOS DOS PROFESSORES

Ghisleine Trigo Silveira

### COORDENAÇÃO DA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

Luis Carlos de Menezes

### AUTORES

Maxwell Siqueira

Yassuko Hosoume

Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira

### EQUIPE DE PRODUÇÃO

Coordenação Executiva: Beatriz Scavazza

Assessores: Alex Barros, Beatriz Blay, Denise  
Blanes, Eliane Yambanis, Heloisa Amaral Dias  
de Oliveira, Luis Márcio Barbosa, Luiza Christov,  
Paulo Eduardo Mendes e Vanessa Dias Moretti

### EQUIPE EDITORIAL

Coordenação Executiva: Angela Sprenger

Projeto Editorial: Zuleika de Felice Murrie

Edição e Produção Editorial: Edições  
Jogo de Amarelinha, Conexão Editorial e Occy  
Design (projeto gráfico)

### CTP, Impressão e Acabamento

Imprensa Oficial do Estado de São Paulo

A Secretaria da Educação do Estado de São Paulo autoriza a reprodução do conteúdo do material de sua titularidade pelas demais secretarias de educação do país, desde que mantida a integridade da obra e dos créditos, ressaltando que direitos autorais protegidos\* deverão ser diretamente negociados com seus próprios titulares, sob pena de infração aos artigos da Lei nº 9.610/98.

\* Constituem "direitos autorais protegidos" todas e quaisquer obras de terceiros reproduzidas no material da SEE-SP que não estejam em domínio público nos termos do artigo 41 da Lei de Direitos Autorais.

Caderno do professor. Física: ensino médio 3ª série 1º bimestre / Maxwell Roger da Purificação Siqueira. – São Paulo: SEE, 2008.

ISBN. 978-85-61400-54-5

1. Física (Ensino Médio) – Estudo e ensino. I. Siqueira, Maxwell Roger da Purificação.  
II. Hosoume, Yassuko. III. Oliveira, Mauricio Pietrocola Pinto de. IV. São Paulo (Estado).  
Secretaria da Educação.

CDD 22ed. 530.07

Prezado(a) professor(a),

Iniciamos em 2008 uma nova jornada de trabalho para atender uma das prioridades da área de educação neste governo: o ensino de qualidade.

Sabemos que o alcance desta meta é concretizado essencialmente na sala de aula, pelo professor e seus alunos. Por essa razão, com o intuito de facilitar tal trajetória, este documento foi elaborado por especialistas competentes na área de educação. Com o conteúdo organizado por bimestre, o Caderno do Professor oferece orientação completa para o desenvolvimento das Situações de Aprendizagem propostas para cada disciplina.

Esperamos que você aproveite e implemente as orientações didático-pedagógicas aqui contidas. Estaremos atentos e prontos para esclarecer dúvidas ou dificuldades, e promover ajustes ou adaptações que aumentem a eficácia deste trabalho.

Aqui está nosso novo desafio. Com determinação e competência, certamente iremos vencê-lo!

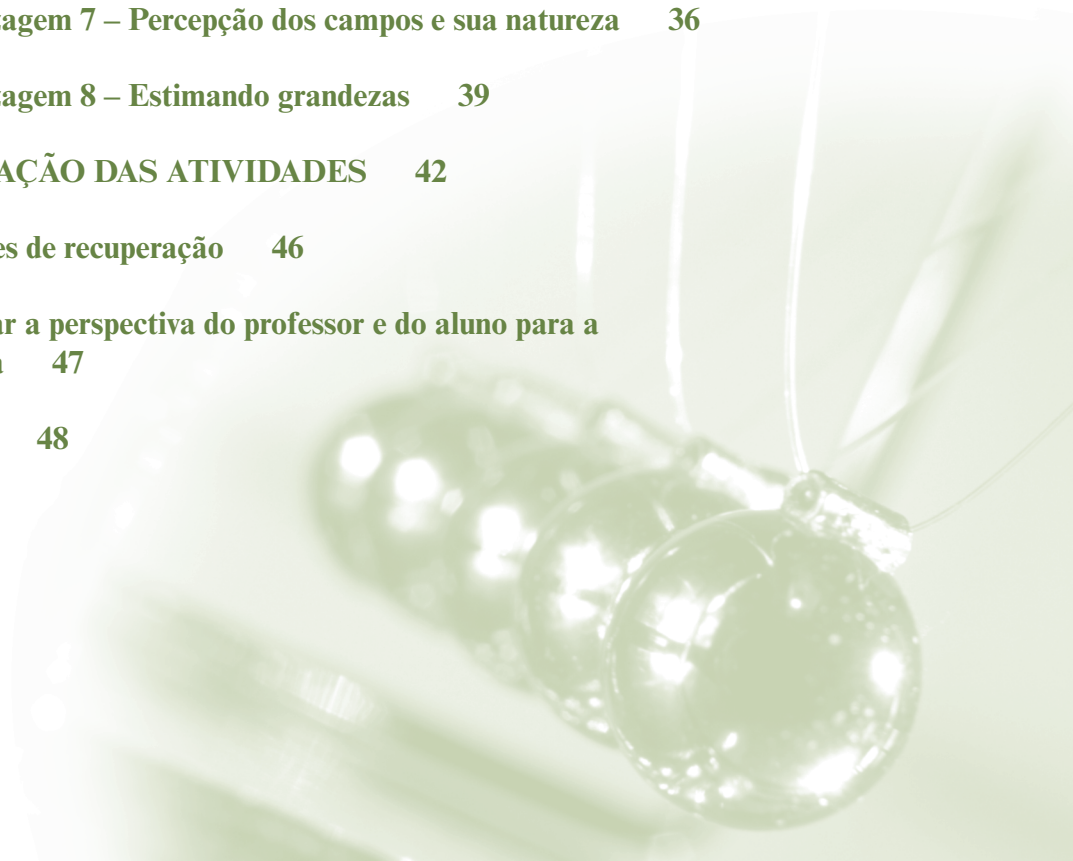
Conto com você.

**Maria Helena Guimarães de Castro**

Secretária da Educação do Estado de São Paulo

# SUMÁRIO

São Paulo faz escola – Uma Proposta Curricular para o Estado	5
Ficha do Caderno	7
<b>TEMA 1 – CIRCUITOS ELÉTRICOS</b>	
Situação de Aprendizagem 1 – Reconhecendo a eletricidade no dia-a-dia	11
Situação de Aprendizagem 2 – Buscando as especificações dos aparelhos	14
Situação de Aprendizagem 3 – Analisando um circuito elétrico	17
Situação de Aprendizagem 4 – Choques elétricos	21
Situação de Aprendizagem 5 – Dimensionando o circuito doméstico	24
Situação de Aprendizagem 6 – Energia elétrica e a conta de luz de cada mês	27
<b>TEMA 2 – CAMPOS E FORÇAS ELETROMAGNÉTICAS</b>	
Situação de Aprendizagem 7 – Percepção dos campos e sua natureza	36
Situação de Aprendizagem 8 – Estimando grandezas	39
<b>GRADE DE AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES</b>	<b>42</b>
Propostas de situações de recuperação	46
Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno para a compreensão do tema	47
Considerações finais	48



# SÃO PAULO FAZ ESCOLA – UMA PROPOSTA CURRICULAR PARA O ESTADO

Prezado(a) professor(a),

Apresento-lhe os textos gerais e específicos dos Cadernos do Professor, parte integrante da Proposta Curricular de 5ª a 8ª séries do Ensino Fundamental – Ciclo II e do Ensino Médio do Estado de São Paulo. A Secretaria da Educação do Estado assumiu a liderança na formulação dessa Proposta, visando a aprimorar o trabalho pedagógico e docente na rede pública de ensino, em parceria com seus professores, coordenadores, assistentes pedagógicos, diretores e supervisores.

A Proposta não pretende ser mais uma novidade pedagógica, mas atuar como uma retomada dos diversos caminhos curriculares que esta Secretaria já traçou e que muitas escolas já incorporaram em suas práticas.

Nesse processo, a Secretaria da Educação já buscou identificar práticas de gestão escolar e de sala de aula para subsidiar a implementação da Proposta. Agora se propõe a coordenar, apoiar e avaliar o desenvolvimento curricular.

A relevância e a pertinência da aprendizagem dos conteúdos educacionais para a formação do cidadão foram definidas na organização curricular, proposta a todas as escolas. De acordo com elas, o sistema de ensino deve assumir a indicação de elementos básicos para que suas escolas possam promover uma educação de qualidade, que atenda os objetivos sociais.

Para atingir esses objetivos, o primeiro elemento construído foi a Base Curricular, referência comum a todas as escolas da rede estadual. Ela descreve os conteúdos disciplinares a serem desenvolvidos em cada série, bem como o que se espera dos alunos no que diz respeito à capacidade de realização desses conteúdos. De um lado, essa base orienta a organização dos projetos curriculares em cada escola; de outro, esclarece a sociedade sobre seu compromisso com o desenvolvimento de crianças e jovens.

Fruto do trabalho coletivo, de caráter interdisciplinar, a Proposta procura estabelecer elos entre os conhecimentos culturais socializados pela escola e as indicações de procedimentos organizadas didaticamente.

Para isso, foram identificados e organizados, nos Cadernos do Professor, os conhecimentos disciplinares por série e bimestre, assim como as habilidades e competências a serem promovidas. Trata-se de orientações para a gestão da aprendizagem na sala de aula, para a avaliação, e também de sugestões bimestrais de projetos para a recuperação das aprendizagens.

A sociedade exige dos indivíduos competências e habilidades específicas, que são desenvolvidas de forma espontânea por alguns, no contexto da educação familiar, mas que, para outros, estão atreladas ao processo de escolarização.

O compromisso de inter-relacionar as disciplinas, permitindo ao aluno compreendê-las no sentido global da cultura, da ciência e da vida, foi um trabalho árduo que procuramos realizar. Esperamos agora contar com o apoio da escola e de seus educadores na implantação, no desenvolvimento e na avaliação dessa Proposta.

A Proposta desenha, ainda, ações para apoiar a escola na gestão de seus recursos, a fim de oferecer aos alunos da rede pública de ensino uma educação à altura dos desafios contemporâneos. Seu desenvolvimento faz com que o Governo do Estado de São Paulo possa cumprir o compromisso de garantir a todas as crianças e jovens uma educação básica de qualidade.

**Maria Inês Fini**

Coordenadora Geral da Proposta Curricular  
para o Ensino Fundamental – Ciclo II e  
Ensino Médio do Estado de São Paulo

# FICHA DO CADERNO

## Equipamentos elétricos – Parte I

**Nome da disciplina:** Física

**Área:** Ciências da Natureza e suas Tecnologias

**Etapa da educação básica:** Ensino Médio

**Série:** 3<sup>a</sup>

**Período:** 1º bimestre de 2008

**Aulas semanais:** 2

**Semanas previstas:** 8

**Aulas no bimestre:** 16

**Temas desenvolvidos:** Identificação em aparelhos e dispositivos elétricos residenciais dos diferentes usos e consumos e dos significados das informações fornecidas pelos fabricantes em manuais e placas de identificação; explicação do funcionamento de aparelhos ou sistemas resistivos utilizando o modelo clássico de matéria e de corrente elétrica; dimensionamento do o custo da energia consumida em uma residência ou outra edificação, proposição de alternativas seguras para sua economia; reconhecimento dos perigos da eletricidade e proposição de procedimentos adequados para o seu uso; identificação das propriedades elétricas e magnéticas da matéria e das formas de interação por meio de campos; estimativa da ordem de grandeza das cargas elétricas, correntes e campos elétrico e magnético presentes no cotidiano.

**Autores:** Maxwell Siqueira  
Yassuko Hosoume  
Mauricio Pietrocola Pinto de Oliveira

## ORIENTAÇÃO SOBRE OS CONTEÚDOS DO BIMESTRE

Este caderno propõe Situações de Aprendizagem que foram elaboradas com o propósito de auxiliar o professor no desenvolvimento de um curso de Física mais instigante para seus alunos e que, ao mesmo tempo, ajude na formação de indivíduos capazes de participar do processo de transformação da sociedade de forma mais consciente em relação às questões sociais, ambientais e tecnológicas.

As Situações de Aprendizagem propõem o estudo dos circuitos elétricos e as propriedades elétricas e magnéticas da matéria. Esses conteúdos permitem a solução de questões do cotidiano que envolvem o uso da eletricidade, como as instalações residenciais e industriais, as redes de transmissão e as usinas de produção de eletricidade. A opção pelo estudo das situações aplicadas e não apenas dos problemas idealizados se deve ao fato de a eletricidade ter se tornado o principal responsável pela transformação ocorrida na sociedade moderna na virada do século XIX para o século XX. O estudo do conceito de campo elétrico fecha este caderno, iniciando a abordagem de um tema central para o entendimento do mundo microscópico e para todo o desenvolvimento da Física moderna.

Várias atividades deste caderno dão início ao estudo de um tema fazendo uso de levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, em termos de conceitos e de representações lingüísticas. Este tipo de procedimento propõe desenvolver competências no domínio da linguagem pela reconstrução de conceitos e da adequação da linguagem matemática e científica. Por exemplo, inicia-se o estudo da eletricidade pela tomada de consciência de que várias tarefas do cotidiano são realizadas por meio de equipamen-

tos elétricos. Esta atividade é seguida por outra, focada na análise das especificações dos mesmos equipamentos e por sua classificação. Isso permite introduzir os estudantes no estudo das características elétricas dos equipamentos e da rede doméstica por meio dos conceitos de *potência*, *corrente*, *tensão* e *resistência*.

A lei de Ohm e o modelo microscópico da corrente elétrica são introduzidos após o reconhecimento das características elétricas dos equipamentos, por meio de uma experiência qualitativa com lâmpadas e pilhas. Os conceitos *corrente*, *tensão*, *resistência* e *potência* estão relacionados a leis físicas importantes e o seu conhecimento abre espaço para a construção adequada de uma representação científica da eletricidade. Essa representação é utilizada para entender o “choque” elétrico.

A linguagem empregada no cotidiano para medida de consumo de energia elétrica, o **kilowatt-hora**, é analisada e entendida em termos de conceitos científicos. O domínio desses conceitos permite analisar os equipamentos que mais consomem energia elétrica, entender a forma como ela é tarifada, e as maneiras corretas de utilizar e manter o bom funcionamento da rede elétrica doméstica.

O tema final deste caderno introduz o estudante no estudo das propriedades da matéria que estão na origem dos fenômenos elétricos presentes no cotidiano. A eletricidade atmosférica, com o estudo dos raios, recupera uma questão histórica importante no desenvolvimento da Física. Entender a origem e representar por um modelo de cargas e corrente uma descarga elétrica atmosférica permite ampliar a visão de mundo, generalizando o uso dos conceitos aprendidos.



Construir e aplicar conceitos para a compreensão de fenômenos naturais e também tomar decisões e enfrentar situações-problema são a tônica das Situações de Aprendizagem propostas neste caderno, o que pode ser identificado nos encaminhamentos de problematizações que solicitam a participação do aluno nas suas soluções. O desenvolvimento da competência de relacionar informações para construir uma representação consistente está presente em vários momentos do desenvolvimento das Situações de Aprendizagem, particularmente em **Energia elétrica e a conta de luz de cada mês**, no qual os alunos devem decidir sobre formas de reduzir o consumo de energia elétrica. Atividades que procuram desenvolver propostas de intervenção segura no cotidiano, recorrendo aos conhecimentos desenvolvidos, também podem ser observadas em questões como a que discute o **Dimensionamento do circuito doméstico**.

As estratégias utilizadas para o desenvolvimento dessas competências, a partir dos conhecimentos específicos de Física, foram escolhidas de forma a valorizar a ação e a autonomia do aluno, seus conhecimentos prévios e a interação dinâmica do aluno com o professor e entre os alunos.

Na primeira parte do caderno, apresenta-se o tema **Circuitos elétricos**, integrado por seis Situações de Aprendizagem; na segunda, o tema **Campos e forças eletromagnéticas** é

desenvolvido em duas Situações de Aprendizagem. Em cada situação, inicialmente é apresentado **um quadro** no qual é mostrada uma síntese da atividade. Após a explicitação do **objetivo** e do **contexto** da proposta, apresenta-se um **roteiro**, dirigido ao aluno. A seguir, é apresentado o **Encaminhando a ação**, explicitando a abordagem que deve ser dada ao desenvolvimento da atividade.

Para complementar as discussões e os encaminhamentos das Situações de Aprendizagem, estão previstos momentos em que outras ações devem ser programadas pelo professor, denominadas **Encaminhamento complementar**, que são fundamentais para adequação dessa proposta ao trabalho com os grupos de alunos de cada sala de aula, tão diversificados e com dificuldades específicas. Nessas aulas, o professor poderá desenvolver sua programação específica para complementar as Situações de Aprendizagem com as definições mais formais dos conceitos, análises gráficas não contempladas nas atividades e a resolução de exercícios numéricos que se encontram em qualquer livro didático de Física do Ensino Médio. Alguns materiais sugeridos no decorrer do caderno são de uso livre para fins educacionais, como é o caso daqueles produzidos pelo GREF, pelo PEC, pelo Pró-Universitário e pelo NuPIC, tendo acesso gratuito pela internet, através dos endereços que estão no item **Recursos** deste caderno.

## TEMA 1 – CIRCUITOS ELÉTRICOS

Os circuitos elétricos são talvez o tema da eletricidade mais presente no cotidiano moderno. Para ter certeza disso, basta lembrarmos da última noite que tivemos corte no fornecimento de energia elétrica. Qual foi a reação de todos em casa? Como você se sentiu? Provavelmente ansioso e desorientado! Entender como a eletricidade realiza tarefas como iluminar, rotacionar, produzir imagens é fundamental para um cidadão moderno. Além disso, equipamentos e máquinas elétricas podem ser perigosos, e exigem manuseio cuidadoso. Finalmente, a eletricidade é um bem de consumo caro, e deve ser bem usado. Para tanto, compreender nomenclaturas, especificações e unidades técnicas é fundamental.

### Apresentação da proposta

Circuitos elétricos é um tema de atualidade. O cotidiano moderno fornece inúmeros exemplos de circuitos, como a distribuição de tomadas, interruptores e pontos de luz em uma residência, a fiação de rua etc. Reconhecer um circuito elétrico e compreender a forma como os equipamentos funcionam é ser capaz de interpretar a maneira como a corrente elétrica percorre os corpos (condutores ou isolantes). A presente proposta visa reconhecer a presença de circuitos elétricos domésticos, os princípios básicos do fun-

cionamento dos equipamentos elétricos e as formas de consumo e tarifação da energia elétrica. A Situação de Aprendizagem 1 buscará mostrar a presença da eletricidade em nossas vidas, ressaltando os equipamentos elétricos e também outras formas de utilizá-la. A Situação de Aprendizagem 2 complementa a primeira e visa fornecer formas de organizar os aparelhos, ou seja, agrupá-los a partir de suas características. A Situação de Aprendizagem 3 propõe o estudo de um circuito, identificando os principais elementos e grandezas nele presentes, permitindo uma comparação com o circuito doméstico. A Situação de Aprendizagem 4 buscará discutir os perigos e os cuidados a serem tomados com a eletricidade. Para isso, será discutido o “choque” e seus efeitos sobre o corpo humano, tentando revelar idéias e concepções de profissionais que lidam com a eletricidade por meio de uma entrevista. A Situação de Aprendizagem 5 terá como objetivo discutir a importância do dimensionamento de instalações elétricas domésticas e de saber interpretar os manuais dos eletrodomésticos, para minimizar os perigos de acidentes nas instalações elétricas. Fechando esse tema, será discutido, na Situação de Aprendizagem 6, o consumo e o uso racional da energia elétrica, fazendo um debate pautado na conta de energia elétrica.

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1 – RECONHECENDO A ELETRICIDADE NO DIA-A-DIA

**Tempo previsto:** 2 aulas

**Conteúdos:** Equipamentos elétricos: características de funcionamento.

**Competências e habilidades:** Identificar a presença da eletricidade no cotidiano. Classificar os equipamentos elétricos a partir de seu uso em tarefas cotidianas.

**Estratégias:** Atividade de organização de conhecimentos prévios a partir de discussão em grande grupo e reconhecimento da eletricidade no cotidiano.

**Recursos:** Roteiros 1.1 e 1.2 de atividades em grupo visando à catalogação e à classificação de equipamentos elétricos.

**Avaliação:** Deve-se avaliar a capacidade do aluno em identificar a presença da eletricidade no seu dia-a-dia, bem como relacioná-la com outras atividades que não utilizem equipamentos elétricos, para que assim possa fazer uma classificação.

### Objetivo/contexto

Esta atividade visa ao reconhecimento e à classificação sobre o uso da eletricidade no cotidiano moderno. A idéia é pedir aos estudantes que recuperem situações vivenciadas que requeiram eletricidade para acontecer e que, em seguida, ordenem alguns dos equipamentos que foram por eles listados. Pedir aos alunos que obtenham informações sobre situações que envolvam o uso da eletricidade e ordenar os equipamentos será tarefa fácil. Mais difícil, porém, será classificar as situações listadas. Para isso, o professor deverá ficar atento às características e aos princípios de funcionamento dos equipamentos e situações trazidos pelos alunos.

### Roteiro 1.1: Reconhecendo a eletricidade no dia-a-dia

Vivemos cercados de eletricidade por todos os lados. Pensando nisso, faça uma lista das tarefas realizadas hoje desde o momento que você saiu da cama, anotando-as no caderno e, em seguida, responda às questões:

1. Quais das atividades listadas utilizaram a eletricidade para serem executadas?
2. Existem outras tarefas que ainda serão realizadas que utilizam a eletricidade?
3. Você consegue apontar uma atividade que utilize eletricidade sem ser um aparelho elétrico tecnológico?
4. É possível separar todas essas atividades que envolvem eletricidade em dois grupos com características comuns? Quais seriam esses grupos?

### Roteiro 1.2: Ordenando os aparelhos elétricos

Utilizamos vários aparelhos elétricos diariamente e todos eles são diferentes uns dos outros. Você já parou para pensar o que diferencia um aparelho do outro?

Para tentar responder a essa pergunta, abaixo foram listados alguns aparelhos elétricos. Agrupe-os utilizando um critério e, em seguida, responda às questões.

chuveiro	aquecedor elétrico	batedeira	secador de cabelo
aparelho de barbear	furadeira	lâmpada	telefone
pilha	computador	tomada	liquidificador
microfone	bateria de carro	torradeira	televisão
lâmpada fluorescente	geladeira	DVD <i>player</i>	lavadora
ferro de passar	fita cassete	ventilador	dínamo

- 1- Quais são os critérios de classificação adotados por você?
- 2- Por que esse seria um bom critério para agrupar os aparelhos? Você consegue pensar em outro?
- 3- É possível identificar algum elemento característico em cada grupo? Qual?

Discuta com seus colegas e veja se todos concordam com a separação dos aparelhos nos respectivos grupos segundo o critério estabelecido.

### Encaminhando a ação – Roteiro 1.1

Comece a atividade com uma discussão coletiva na qual seja problematizado o papel da eletricidade no nosso dia-a-dia. Convide os alunos a refletirem sobre questões que os instiguem a pensar sobre a importância da eletricidade em nossa vida. Questões como:

Você já pensou no mundo atual sem a eletricidade? Como seria seu dia-a-dia sem ela? Essas questões têm como objetivo a reflexão sobre a utilização corriqueira da eletricidade e, devido a isso, a não-percepção de sua importância.

Em seguida, organize os alunos em grupos de cinco e entregue o Roteiro 1.1. Enquanto os estudantes pensam sobre as questões propostas, passe de grupo em grupo instigando-os a responder às questões.

Utilize os 15 minutos finais da aula para uma sistematização coletiva. Comece pedindo aos alunos que falem quais foram as atividades listadas e vá anotando-as na lousa. Feito isso, sugira que façam uma classificação dessas tarefas para que possam, em conjunto, montar uma tabela na lousa e completá-la.

Abaixo segue sugestão de uma possível tabela. Obviamente esta não é a única maneira de separar as atividades.

Tarefas realizadas com equipamentos elétricos	Tarefas realizadas sem equipamentos elétricos

A idéia, neste momento, é que os estudantes possam perceber que a eletricidade está presente também em outras tarefas que estão além do uso dos equipamentos elétricos, como é o caso dos sentidos (visão, audição, paladar, olfato e tato), do motor dos veículos e até mesmo da natureza. Essa percepção de que as tarefas não se restringem a atividades realizadas com aparelhos elétricos levará os alunos a ter uma visão mais ampla da utilização da eletricidade.

### Encaminhando a ação – Roteiro 1.2

Para iniciar o desenvolvimento da atividade, pode-se colocar as seguintes questões: Todos os aparelhos elétricos são iguais? O que diferencia um aparelho elétrico de outro? Essas questões têm o intuito de levar os estudantes a refletir sobre uma maneira de separar os equipamentos e, assim, perceber que eles utilizam a eletricidade de maneira distinta.

Resistores	Motores	Fontes/geradores	Comunicadores	Outros
chuveiro	ventilador	pilha	televisão	geladeira
secador	furadeira	bateria	computador	lâmpada

Use os 10 minutos finais para explorar a presença do componente que faz com que os equipamentos possam ser agrupados, no caso os resistores, os motores, as fontes e os equipamentos de comunicação e informação. Destaque que alguns equipamentos como, por exemplo, as lâmpadas e a furadeira, podem ser classificados em mais de um grupo; como produzem calor, poderiam também ser classificados no grupo de resistores.

### Encaminhamento complementar

Se tiver tempo, utilize o texto do GREF para aprofundar a discussão sobre a presença da ele-

tricidade nos sentidos e na natureza (*Leituras de Física: Eletromagnetismo do GREF, página 6*).

Para tentar responder às questões, separe os estudantes em grupos (no máximo cinco componentes) e instrua-os para que iniciem o Roteiro 1.2 (ordenando os aparelhos elétricos). Instigue-os a responder às questões, passando de grupo em grupo e parando para fazer uma discussão localizada. Se algum aluno quiser acrescentar outros aparelhos que não se encontram na lista, aceite. Para isso peça apenas que adicione ao lado da tabela e classifique-o juntamente com os demais.

Construa na lousa, com a participação dos alunos, uma tabela discutindo por que cada aparelho deve pertencer a determinado grupo. Isso fará com que eles exponham os critérios utilizados para classificá-los. Assim, cada coluna da tabela deverá conter um desses critérios, como por exemplo, uma coluna para aparelhos que esquentam, outra para aparelhos que têm rotação e assim por diante. A tabela que será construída deve conter as quatro categorias fundamentais que se quer discutir com os estudantes, conforme o exemplo abaixo.

### Para casa

Depois de ter realizado as atividades com os estudantes e eles terem percebido que a eletricidade está presente em muito mais coisas em nossa vida, é necessário, para encaminhar a próxima atividade, que eles realizem a primeira parte da Situação de Aprendizagem 2 em casa. Ou seja, instrua-os a completar a tabela com as informações trazidas nas chapinhas de identificação ou manuais dos aparelhos.

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 2 – BUSCANDO AS ESPECIFICAÇÕES DOS APARELHOS

**Tempo previsto:** 1 aula

**Conteúdos:** Resistores, motores, fontes, potência e consumo de energia elétrica.

**Competências e habilidades:** Identificar elementos que caracterizam a transformação da energia elétrica. Iniciar a discussão das grandezas: resistência elétrica, corrente elétrica, tensão, energia e potência elétrica.

**Estratégias:** Atividade de organização de informações recolhidas pelos alunos em casa. Discussão em grande grupo, usando os dados pesquisados pelos alunos para iniciar a conceituação das principais grandezas da eletricidade.

**Recursos:** Levantamento de especificação de equipamentos elétricos presentes no cotidiano dos alunos. Roteiro 2 de atividade para discussão em grupo.

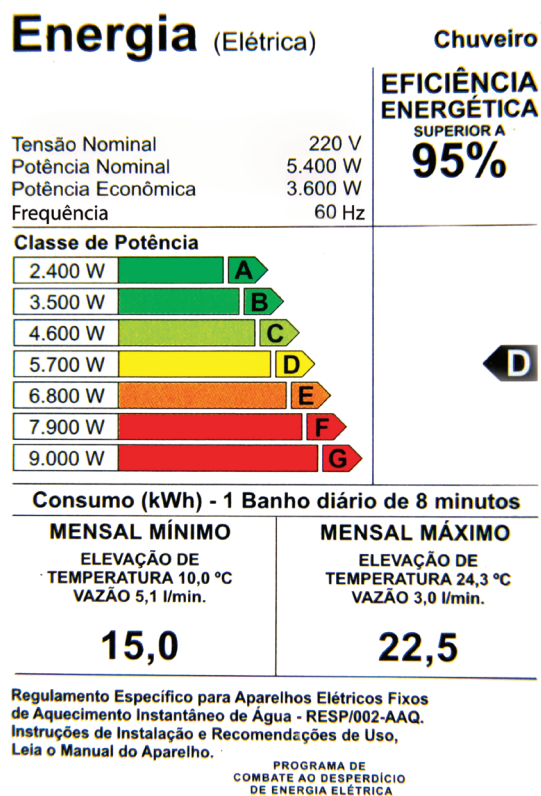
**Avaliação:** Deve-se avaliar a capacidade do aluno em compreender a necessidade de obedecer às especificações apresentadas pelos fabricantes, bem como o que cada símbolo representa.

### Objetivo/contexto

Esta Situação de Aprendizagem tem por objetivo o levantamento das especificações dos aparelhos visando ao reconhecimento das grandezas físicas presentes, destacando sua importância para o bom funcionamento do aparelho. A idéia base é pedir aos estudantes que busquem nas “plaquinhas” de especificação de cada aparelho das casas e lojas, as grandezas nelas apresentadas. Essas informações serão objeto de interpretação, visando a destacar a presença da corrente, tensão, potência e frequência. O levantamento das especificações será uma tarefa fácil.

### Roteiro 2: Buscando as especificações dos aparelhos

Faça uma pesquisa em sua casa procurando as placas de especificação ou os manuais de cada aparelho que você possui. Copie em uma tabela, como a abaixo, as grandezas que são apresentadas. Por exemplo, um ferro de passar roupa (750 W, 127 V, 50 – 60 Hz).



Aparelhos	Grandeza 1	Grandeza 2	Grandeza 3	Grandeza 4
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

Depois de ter buscado as grandezas nos equipamentos de sua casa, responda às seguintes perguntas:

- 1 - Por que os aparelhos apresentam essas especificações?
- 2 - O que você acredita que vai ocorrer com o aparelho se as especificações não forem obedecidas?
- 3 - Você sabe o que significa cada um dos símbolos? Explique.
- 4 - Que símbolos representam a corrente, a tensão, a potência e a frequência de cada aparelho?
- 5 - Qual grandeza pode ajudar você na avaliação do consumo de energia elétrica? Por quê?
- 6 - Existe um elemento comum, entre aqueles identificados na primeira atividade (Roteiro 1.2), nos aparelhos que têm potência alta? Qual?
- 7 - Podemos afirmar que os equipamentos de alta potência são os maiores consumidores de energia elétrica? Explique sua resposta.

### Encaminhando a ação

Depois de ter terminado a primeira atividade, começará a se discutir a segunda. Novamente aqui é interessante que possa ser reproduzida na lousa a tabela com os dados trazidos pelos alunos e, em seguida, discutir os símbolos encontrados e as grandezas relacionadas a eles. Depois, os alunos já poderão responder às questões, para que se possa dar início à discussão sobre a potência elétrica.

É importante destacar que a potência pode ajudar a avaliar o gasto de energia do aparelho, mas que isso pode, em alguns casos, levar a uma avaliação equivocada, pois o consumo também está diretamente relacionado ao tempo de uso do aparelho. Esse é um aspecto importantíssimo a ser destacado visando à correção das respostas.

**Lembre-se: potência é a medida da energia consumida por unidade de tempo.**

Parte dessa aula servirá para o desenvolvimento conceitual das grandezas destacadas (formalização) apresentadas na pesquisa, como corrente, resistência, tensão e potência elétrica. É importante que fique claro aos alunos que em um circuito há passagem da corrente elétrica pelos equipamentos, como, por exemplo, no filamento da lâmpada, na resistência de um chuveiro elétrico ou no rotor de um motor elétrico.

### Encaminhamento complementar

Ao final da atividade do Roteiro 1.2 (Ordenando os aparelhos elétricos), seria enriquecedor que os alunos pudessem ler as *Leituras de Física: Eletromagnetismo*, do GREF, páginas 7 a 9.

Para que os símbolos pesquisados na atividade do Roteiro 2 (Buscando as especificações dos aparelhos) possam ser compreendidos melhor, é necessário que o professor defina formalmente as grandezas representadas nos símbolos, principalmente tensão, corrente, potência e frequência, que são as que mais aparecem nas especificações. Para alcançar esse objetivo, o professor deve lançar mão da aula tradicional. Como sugestão, utilize as *Leituras de Física: Eletromagnetismo*, do GREF, páginas 16, 17 e 18, ou o Módulo 4, Unidade 1, páginas 13 a 20 do material produzido pelo Pró-Universitário para definir as grandezas e propor exercícios numéricos.

### Para casa

Proponha a seguinte questão para que possa ser finalizada essa parte da discussão: Qual consome mais, uma lâmpada de 60 W ligada por 24 horas ou um chuveiro de 5400 W ligado por 15 min? Explique.

Essa questão permitirá uma maneira de avaliar a compreensão dos alunos sobre o consumo dos aparelhos. Nos sites do Labvirt ([www.labvirt.futuro.usp.br](http://www.labvirt.futuro.usp.br)) e do Rived ([www.rived.mec.gov.br](http://www.rived.mec.gov.br)) há várias simulações interessantes sobre o consumo de equipamentos elétricos. Elas podem ser sugeridas aos alunos como atividades complementares, ou trabalhadas em aulas suplementares no laboratório de informática.

Proponha também aos alunos que realizem uma pesquisa, buscando no dicionário ou na internet uma definição para a palavra **eletricidade**.

É necessário também que os alunos tragam o material necessário para a primeira parte da atividade seguinte. Esse próximo experimento será feito em grupos (veja o Roteiro 3).



SXC.hu/Asif Akbar



## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3 – ANALISANDO UM CIRCUITO ELÉTRICO

**Tempo previsto:** 2 aulas

**Conteúdos e temas:** Corrente, resistência, tensão elétrica e a primeira lei de Ohm. Efeito Joule e a relação da potência com a resistência, corrente e tensão.

**Competências e habilidades:** Identificar os principais elementos do circuito. Relacionar os elementos do circuito, as grandezas envolvidas e suas unidades de medida — primeira lei de Ohm. Definir corrente elétrica e o modelo microscópico.

**Estratégias:** Usando lâmpadas de lanternas, pilhas e fios, avalie a luminescência e relacione-a com a capacidade elétrica das pilhas para poder discutir as grandezas corrente, tensão, resistência e potência elétrica.

**Recursos:** Roteiro 3 de atividade experimental com materiais de baixo custo.

**Avaliação:** Deve-se avaliar a capacidade do aluno em relacionar o brilho apresentado pelas lâmpadas com a passagem da corrente elétrica, compreendendo o modelo microscópico da corrente elétrica, da resistência e da tensão.

### Objetivo/contexto

Esta Situação de Aprendizagem tem o intuito de fazer com que o aluno conheça os componentes de um circuito elétrico e as grandezas associadas a eles, sendo possível reconhecer a mesma estrutura presente em nossas casas. A idéia é pedir aos estudantes que montem um pequeno circuito com minilâmpadas, pilhas e fios, avaliando a luminosidade a partir de várias situações propostas na atividade. Esta Situação de Aprendizagem não exige habilidades especiais. A maior dificuldade está em fazer com que os alunos tragam o material necessário para a execução do experimento.

Esta Situação de Aprendizagem tem também como objetivo auxiliar na compreensão das grandezas discutidas na ativi-

dade anterior, como corrente, resistência e tensão elétrica.

### Roteiro 3: Montando um circuito elétrico

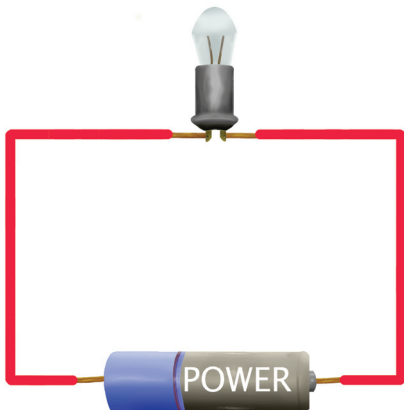
#### 1ª parte

#### Materiais:

- ▶ 3 lâmpadas de 3,0 V
- ▶ 2 pilhas de 1,5 V
- ▶ fios tipo cabinho
- ▶ 2 jacarés (opcional)
- ▶ 3 soquetes de lâmpadas pequenas

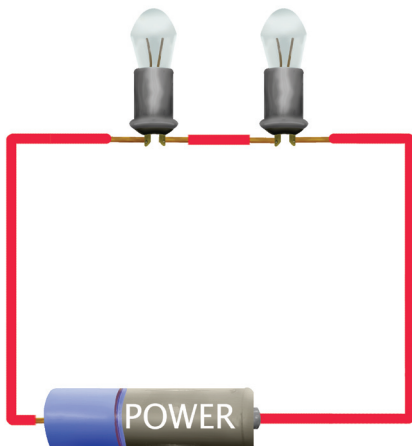
### Mãos à obra!

Monte o circuito da seguinte maneira: Fixe as lâmpadas no soquete e, em seguida, conecte os fios nos terminais do soquete. Ligue os fios na pilha, como mostra o esquema ao lado.

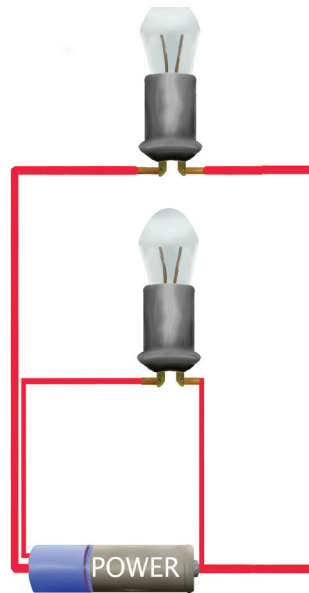


### Observando e concluindo:

1- Observe o brilho da lâmpada quando o circuito, com uma única pilha, for ligado. Depois, compare com o brilho do mesmo circuito com duas e, em seguida, três lâmpadas (conforme a figura a seguir). Responda:

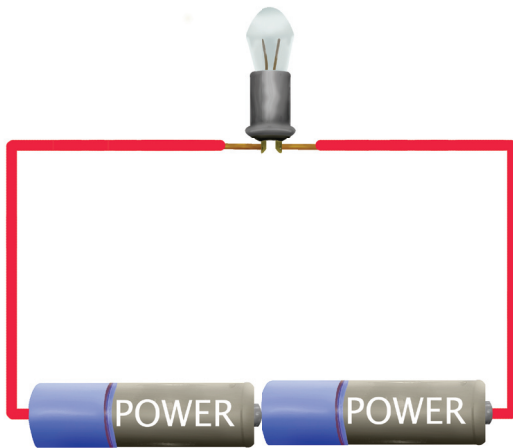


- O que acontece com o brilho da primeira lâmpada quando são colocadas as outras?
  - O brilho de todas as lâmpadas é o mesmo?
  - Se você tirar uma das lâmpadas o que acontece com as demais? Explique.
  - Como poderiam ser explicadas as observações feitas?
- 2 - Ligue novamente o circuito com uma única pilha e uma lâmpada, depois duas e, em seguida, três lâmpadas, conforme a figura a seguir. Observe o que acontece e responda:



- O que acontece com o brilho da primeira lâmpada quando é acrescentada a segunda e depois a terceira lâmpadas? Explique.
- O que acontece com o brilho das demais se você retirar uma lâmpada qualquer? Explique.
- Como poderiam ser explicadas as observações feitas?

- 3- Ligue agora uma única lâmpada em uma pilha e, depois, em duas, conforme a figura. Observe e responda:



- O que acontece com a luminosidade da lâmpada à medida que aumenta o número de pilhas?
- Como poderiam ser explicadas as observações feitas?

A partir das observações feitas na atividade, responda às seguintes questões:

- Quais são as principais grandezas envolvidas no circuito?
- Há uma maneira de relacionar essas grandezas? Como?
- Explique o que ocorreria se uma lâmpada de 127 V fosse ligada em uma rede de 220 V, tomando como base os conceitos que acabamos de discutir na Situação de Aprendizagem 2.

- 4- Em uma rede residencial (127 V) foram ligados o chuveiro (5 500 W), o ferro de passar roupas (1 200 W) e um secador de cabelo (900 W), e o disjuntor da casa desarmou. Monte um esquema dessa ligação, calcule o valor da corrente elétrica no circuito da casa e explique por que o disjuntor (chave) desarmou.

### Encaminhando a ação

Antes de iniciar a atividade do Roteiro 3, para instigar os alunos, coloque a seguinte questão: O que acontece se ligarmos uma lâmpada incandescente de 220 V em uma rede de 127 V? E se fizermos o contrário, ligarmos uma de 127 V em uma rede de 220 V?

Essas questões levarão os alunos a pensar sobre a relação existente entre a tensão e a luminosidade, que está associada à passagem da corrente pela lâmpada.

Proponha a atividade do Roteiro 3, reunindo os alunos em grupos de, no máximo, cinco, e auxilie-os a montar o circuito para que possam iniciar a atividade.

Instrua os alunos para que realizem todas as etapas do Roteiro 3, tomando nota dos dados no próprio Roteiro ou no caderno, visando à discussão dos dados na aula seguinte. A ausência deles exigirá a repetição da atividade e ocasionará a perda do tempo para a discussão das informações obtidas.

A aula seguinte deverá ser dedicada à formalização da corrente elétrica como o movimento ordenado dos elétrons no condutor. Essa definição deve ficar clara para que os estudantes possam entender a definição de eletricidade.

Conclua a atividade do Roteiro 3, discutindo a relação entre as grandezas envolvidas nos elementos do circuito. Em outras palavras, as observações feitas pelos alunos devem ser explicadas pela 1ª Lei de Ohm.

A partir das respostas trazidas pelos alunos, é importante discutir a utilização do disjuntor no circuito doméstico, para que eles possam compreender por que em algumas casas esse aparelho desarma com frequência e quais seriam as atitudes a serem tomadas para resolver o problema. Nesta etapa, poderão ser utilizados como referência os textos das *Leituras de Física: Eletromagnetismo*, do GREF, páginas 31 e 32 e do Módulo 4, Unidade 1, página 16 do Pró-Universitário. Essa discussão deverá ser complementada ou retomada na Situação de Aprendizagem 5.

Andrej Troha/SXC.hu



Finalize a atividade com a discussão sobre definições de eletricidade. Duas definições podem auxiliá-lo: uma presente nas *Leituras de Física: Eletromagnetismo*, do GREF, páginas 3, e a outra do *Dicionário Houaiss de Física*<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> RODINI, Itzhak. *Dicionário Houaiss de Física*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2005.

### Encaminhamento complementar

É importante que atividades de discussão conceitual sejam seguidas de formalizações que visem organizar os conceitos propostos. No caso, os tipos de circuitos e as características de cada um deverão ser complementados com exercícios ligados ao tema. Para isso, utilize um livro didático de sua preferência ou que seja de fácil acesso na escola. Alguns exercícios poderão ser trabalhados com os alunos como tarefa de casa visando reforçar e complementar aqueles executados em sala.

Caso o professor tenha mais do que duas aulas em programação bimestral, o encaminhamento da atividade poderá ser feito por partes. Ou seja, depois da realização do item 1 da atividade do Roteiro 3, o professor poderá, a partir das respostas, discutir a relação existente entre corrente, tensão e resistência (lâmpada) para explicar as observações, ou seja, a 1ª Lei de Ohm. Essa discussão pode ser feita por meio de uma pequena exposição e pela resolução de alguns exercícios, explorando também os circuitos em série. Em seguida, defina a corrente elétrica e o modelo microscópico da resistência elétrica. A maioria dos livros didáticos apresenta discussão sobre esse modelo. Veja também os textos das *Leituras de Física: Eletromagnetismo*, do GREF, unidades 11 e 12; *Formação continuada II*, Módulo 2, tema 1 do PEB; e Módulo 4, Unidade 1 do material produzido pelo Pró-Universitário. Depois da realização do item 2, explore as características dos circuitos em paralelo. E, por último, explore a associação de geradores.

### Para casa

A próxima Situação de Aprendizagem é dedicada à discussão sobre o choque elétrico, quando os alunos deverão realizar entrevistas com algum eletricista ou funcionário da companhia energética de sua localidade. Por isso, alerte-os sobre essa atividade de forma que possam buscar meios de chegar a essas pessoas.

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 4 – CHOQUES ELÉTRICOS

**Tempo previsto:** 2 aulas

**Conteúdos:** Corrente, resistência, tensão elétrica e a primeira lei de Ohm. Modelo clássico da corrente elétrica. O choque e seus efeitos.

**Competências/habilidades:** Identificar os perigos e procedimentos adequados para o manuseio da eletricidade. Compreender o choque e seus efeitos.

**Estratégias:** Questionário para entrevistar um eletricista.

**Recursos:** Roteiro 4 de entrevista.

**Avaliação:** Deve-se avaliar a compreensão desenvolvida pelos alunos sobre os efeitos do choque no corpo, bem como os cuidados e perigos nos procedimentos ao trabalhar com a eletricidade.



Ricardo Giusi/PMIPA

### Objetivo/contexto

Esta Situação de Aprendizagem visa ao reconhecimento do choque elétrico e seus efeitos, avaliando os perigos e os cuidados necessários na utilização da eletricidade, principalmente em casa. O objetivo é que os estudantes elaborem um questionário e, em seguida, entrevistem um profissional que lida com a eletricidade no dia-a-dia, como um eletricista ou um funcionário de uma companhia de energia elétrica. De posse dessas respostas, deve-se discutir o choque e seus efeitos, tentando sempre relacioná-los com os cuidados e os perigos no uso da eletricidade.

### Roteiro 4: Choque elétrico

Faça uma entrevista com um eletricista ou uma pessoa que trabalhe em uma companhia de energia elétrica, buscando levantar questões que estejam relacionadas ao uso da eletricidade, como cuidados e perigos, ressaltando o choque elétrico. Abaixo relacionamos algumas questões como sugestão; tente, porém, elaborar suas próprias questões.

- 1- O senhor já tomou choque? Como foi?
- 2- Saberá me explicar o que é o choque?
- 3- Um sapato de borracha nos protege de tomar um choque? Por quê?
- 4- O que significam os termos “fase” e “neutro” em uma rede elétrica residencial?
- 5- Quando uma pessoa toma um choque, ela pode sofrer algum dano permanente? Qual? Por quê?
- 6- O senhor conhece alguém que tenha sofrido um grande choque? Qual foi o dano à pessoa?
- 7- Quando alguém estiver mexendo na rede elétrica, qual seria a melhor precaução a ser tomada para não ser vítima de um choque?

### Encaminhando a ação

Para iniciar a discussão sobre choques é interessante criar uma relação com a Situação de Aprendizagem anterior. Inicie a aula com a seguinte questão: Quais seriam os efeitos da corrente no nosso corpo? Isso fará com que os alunos falem um pouco sobre as suas experiências vividas, porque é bem provável que a maioria já tenha tomado um choque.

Em seguida, apresente o Roteiro 4, ou seja, no qual eles devem montar um questionário para entrevistar um profissional que lida com a eletricidade. Depois, pergunte aos alunos quais seriam as questões interessantes e importantes a serem feitas ao

profissional. Anote-as na lousa para que, ao final da aula, todos os grupos tenham o questionário completo para a entrevista. Há no roteiro sugestão de perguntas, mas faça com que os alunos elaborem as suas próprias questões.

Na aula seguinte, faça a sistematização da discussão com as respostas do entrevistado, de modo que os alunos possam compreender que, quando se toma um choque, há a passagem de uma corrente elétrica. O professor poderá destacar o caminho que a corrente percorre no nosso corpo, mostrando que, para pequenas tensões, quando a pessoa está calçada com sapato de borracha, a resistência dela aumenta, fazendo com que a corrente não se estabeleça. Contudo, se a tensão for muito alta, mesmo com sapatos de borracha, a pessoa irá sentir os efeitos do choque. Isso porque, devido à grande tensão, para a mesma resistência, a corrente fica maior e a borracha não consegue impedir a passagem da corrente elétrica, fazendo a pessoa sentir o seu efeito, que é o choque. Ou seja, mesmo com sapatos de borracha a pessoa pode tomar um choque.

Note que os alunos chegarão com novas informações, como a conceituação de “fase” e “neutro”. Esses termos dizem respeito à instalação das casas, que é alternada. Nesse caso, o circuito elétrico leva em consideração o “aterramento” (ligação da rede interna e externa da casa à terra). Caso o professor não domine esse tipo de rede elétrica, sugerimos a leitura dos seguintes textos complementares: *Leituras de Física: Eletromagnetismo*, do GREF, página 12, e *Formação continuada II*, Módulo 2, tema 1, do PEC.

Incentive uma discussão sobre conseqüências da passagem da corrente elétrica pelo corpo humano, mostrando que, com uma pequena corrente, uma pessoa pode sofrer várias lesões, como por exemplo, uma parada cardíaca. É importante também destacar os possíveis caminhos da eletricidade pelo corpo, como por exemplo no caso do contato se estabelecer entre a rede elétrica com uma única mão ou as duas mãos e os contatos com o solo (apoio com um pé ou dois). O grande risco é a passagem da corrente elétrica pelo coração, e o perigo da fibrilação (veja abaixo sugestões de leitura sobre o tema.).

### Encaminhamento complementar

Depois da realização da atividade, é interessante deixar os alunos lerem textos que discutam o choque elétrico. Para essa leitura indicamos dois textos que são complemen-

tares: *Leituras de Física*: Eletromagnetismo, do GREF, página 12, e o Módulo 4, página 18, do Pró-Universitário.

Com relação ao choque, é importante dar, destaque à umidade da pele; se a pele estiver molhada, ela faz com que a resistência do corpo humano diminua em cerca de 100 vezes. Devido a isso, a corrente elétrica fica maior.

Para que possa ser feita uma maior conscientização dos alunos sobre os perigos e os cuidados com a eletricidade, as empresas de energia elétrica disponibilizam pessoas e material para divulgação desse tipo de assunto. Seria interessante contatá-las e avaliar a possibilidade de uma visita na escola ou uma saída de campo com os alunos.

No sites do Labivirt ([www.labivirt.futura.usp.br](http://www.labivirt.futura.usp.br)) há algumas simulações interessantes sobre os riscos dos choques elétricos.



## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 5 – DIMENSIONANDO O CIRCUITO DOMÉSTICO

**Tempo previsto:** 2 aulas

**Conteúdos:** Resistência e a 2ª Lei de Ohm, corrente, tensão, potência dissipada (efeito Joule).

**Competências/habilidades:** Compreender o dimensionamento do circuito doméstico. Entender a relação entre a resistência, o comprimento e a espessura do fio 2ª Lei de Ohm.

**Estratégias:** Utilizando tabelas de manuais de eletrodomésticos, será realizada uma discussão para entender a relação entre o comprimento, a espessura e a resistência elétrica do fio e as causas de possíveis curtos-circuitos nas redes domésticas.

**Recursos:** Roteiro 5 de atividade e tabela de especificações de eletrodomésticos.

**Avaliação:** Deve-se avaliar a capacidade do aluno em relacionar o aumento do comprimento do fio com o aumento da resistência e, conseqüentemente, o aumento da corrente, compreendendo assim a necessidade de dimensionar de maneira correta as instalações elétricas de uma residência.

### Objetivo/contexto

A Situação de Aprendizagem tem o intuito de discutir o dimensionamento da rede elétrica das casas e a necessidade de alterar a espessura da fiação da rede devido à distância que se encontra a tomada da caixa de energia (relógio) e do tipo de eletrodoméstico a ser usado. A espessura do fio está relacionada à sua resistência elétrica e, conseqüentemente, à passagem da corrente elétrica pela instalação. A idéia é levar os alunos a perceber que, alterando o comprimento do fio (distância da to-

mada à caixa de energia) é necessário alterar a espessura (bitola) para que não comprometa a integridade da rede. Essa introdução dá margem para discutir a 2ª Lei de Ohm.

### Roteiro 5: Dimensionando o circuito doméstico

Você já reparou nos manuais de eletrodomésticos? Neles há instruções de dimensionamento das instalações elétricas, que são necessárias para a instalação de determinado eletrodoméstico. A seguir são apresentadas algumas dessas tabelas.

Tensão \ Bitola	1,5 mm <sup>2</sup>	2,5 mm <sup>2</sup>	4,0 mm <sup>2</sup>	6,0 mm <sup>2</sup>	10,0 mm <sup>2</sup>
120 V	Até 5 m	5,1 m até 8,0 m	8,1 até 13,0 m	13,1 até 20,0 m	20,1 até 34 m
220 V	Até 19 m	19,1 até 30,0 m	31,1 até 50,0 m	50,1 até 75,0 m	75,1 até 125 m

Lava-louças automática



Tensão \ Bitola	2,5 mm <sup>2</sup>	4,0 mm <sup>2</sup>	6,0 mm <sup>2</sup>	10,0 mm <sup>2</sup>
127 V	Até 29 m	30 m a 48 m	49 m a 70 m	71 m a 116 m
220 V	Até 116 m	-----	-----	-----

Lavadora

Tensão \ Bitola	2,5 mm <sup>2</sup>	4,0 mm <sup>2</sup>	6,0 mm <sup>2</sup>	10,0 mm <sup>2</sup>
127 V	Até 12 m	13 m a 20 m	21 m a 30 m	31 m a 50 m
220 V	Até 50 m	-----	-----	-----

Secadora

Observe as tabelas e responda às questões a seguir:

- 1- Qual é a relação que existe entre a bitola do fio e o seu comprimento?
- 2- Você consegue imaginar por que, aumentando a distância, a bitola do fio também aumenta? Descreva a sua hipótese.
- 3- O que poderá acontecer se as especificações dadas pelos fabricantes para a instalação não forem obedecidas?
- 4- Lembrando que a corrente é o movimento dos elétrons no interior do condutor, quando aumenta a bitola do fio, o movimento das cargas se tornará mais fácil ou mais difícil? Explique.
- 5- Retomando a sua resposta à questão anterior, responda: A resistência aumenta ou diminui com o aumento da bitola?
- 6- Qual será então a relação da bitola com a resistência do fio?

### Encaminhando a ação

Inicie a discussão levando o manual de um aparelho eletrodoméstico (por exemplo, um chuveiro elétrico) para a sala e mostrando o dimensionamento da rede elétrica para fazê-lo funcionar. Questione o motivo da existência dessa especificação. Pergunte: Qual é o risco caso essas indicações não sejam respeitadas? A idéia é deixar claro que nesse caso, cada aparelho funciona, idealmente, com uma determinada corrente elétrica. Um fio com espessura menor que a recomendada tem resistência maior, gerando dissipação de calor acima do esperado. Esse calor pode incendiar o fio e pôr a residência em risco (a dissipação de energia será melhor discutida na Situação de Aprendizagem 6). Um texto que pode auxiliar o professor nessa discussão é o Módulo 4, Unidade 1, do Pró-Universitário, páginas de 17 a 19.

Após a discussão, proponha a atividade do Roteiro 5. Ela poderá ser desenvolvida com os alunos em grupos para que discutam entre eles as questões da atividade.

Depois de terem respondido às questões, o professor pode iniciar a discussão com a classe, fazendo o levantamento das respostas de cada grupo. A partir delas, a discussão deve ser encaminhada para apreensão da lei que relaciona a resistência do fio com o comprimento, a espessura (bitola do fio) e o tipo de material que é feito: a 2ª Lei de Ohm (a resistividade, o valor dessa grandeza, normalmente pode ser encontrado em qualquer livro didático).

A questão dos disjuntores deverá ser retomada aqui, para que os alunos possam compreender as conseqüências da inclusão de mais eletrodomésticos para as instalações elétricas e os riscos iminentes se as especificações não forem obedecidas.

### Encaminhamento complementar

Explore outras indicações presentes no manual dos aparelhos elétricos, como, por exemplo, o uso dos disjuntores e os riscos na utilização de “benjamins”. Discuta com os alunos o que leva um disjuntor a “cair”, abrindo o circuito da casa, e quais seriam as maneiras de solucionar o problema. Vale lembrar que, na maioria das vezes, as pessoas trocam os disjuntores por outros de maior valor, tirando a proteção da rede. A utilização de benjamins deve ser discutida, pois trata-se de uma peça muito difundida no cotidiano. A discussão poderá ser pausada sobre as conseqüências para o circuito, como o aumento da corrente elétrica (aqui é possível associar a atividade do Roteiro 3 com o circuito: quando se liga as lâmpadas em paralelo).

O texto das *Leituras de Física: Eletromagnetismo*, do GREF, página 38, explora esse tipo de discussão.

### Para casa

Na realização da próxima Situação de Aprendizagem é necessária a utilização de contas de energia elétrica. Por isso, é importante que o professor as leve para a sala de aula. Caso o professor não se sinta à vontade para fazer cópias de contas de sua própria casa, pode obtê-las de conhecidos, fazendo cópias sem a identificação do endereço e do consumidor. É possível também utilizar as cópias de contas que se encontram nas *Leituras de Física: Eletromagnetismo*, do GREF, e no do Pró-Universitário.



Ablestock

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 6 – ENERGIA ELÉTRICA E A CONTA DE LUZ DE CADA MÊS

**Tempo previsto:** 2 aulas.

**Conteúdos:** Potência elétrica e energia elétrica.

**Competências e habilidades:** Compreender como é feita a medida da energia elétrica. Estimar custo e gasto de energia elétrica. Conhecer alternativas seguras de economia da energia elétrica. Perceber a relação entre o consumo de energia, a potência e o tempo.

**Estratégias:** Usando uma conta de energia elétrica (conta de luz), estimar o gasto e o custo da energia nas casas. A partir dessa discussão, poderá identificar os aparelhos que mais consomem energia nas casas e, assim, propor alternativas de economia.

**Recursos:** Roteiro 6 de atividade e conta de energia elétrica.

**Avaliação:** Deve-se avaliar a capacidade do aluno em dimensionar o gasto de energia elétrica de uma residência compreendendo as grandezas envolvidas, bem como propor estratégias de economia.

### Objetivo/contexto

A Situação de Aprendizagem visa a compreender as grandezas que são importantes para determinar o consumo de energia elétrica. A partir dessa compreensão, reconhecer os principais aparelhos consumidores de energia e assim propor estratégias de economia e uso racional da energia elétrica. A idéia é pedir aos alunos que analisem uma conta de energia elétrica (conta de luz) e, a partir dessa análise, discutam o consumo energético de uma casa, o valor efetivo que se paga pela energia, a média diária de consumo e buscar identificar os principais equipamentos consumidores de energia em uma residência.

### Roteiro 6: Energia elétrica e a conta de luz de cada mês

Vamos agora investigar a conta de luz de uma casa. Para isso é necessário que você tenha uma delas em mãos. Observe-a e responda as questões que se seguem:

- 1 - Qual foi a energia consumida nessa casa?
- 2 - Qual é a unidade de medida da energia consumida?
- 3 - A que mês corresponde esse consumo (data da leitura)?
- 4 - Qual é a média diária de consumo de energia da casa?
- 5 - Qual foi o valor pago em reais (R\$)?
- 6 - Qual é o valor efetivo cobrado pela unidade de energia consumida? Para isso, basta dividir o valor cobrado pela energia consumida.
- 7 - Você seria capaz de estimar o valor a ser pago em um banho? Para isso, basta estimar o tempo do banho, em horas, e multiplicar pela potência do chuveiro, em kW.
- 8 - Estime o valor pago pelo consumo da geladeira, da TV e do ferro de passar roupas.

- 9- Qual desses aparelhos anteriores é o que mais contribui no valor a ser pago na conta de luz?
- 10- Quais estratégias de economia e uso racional da energia elétrica podem ser propostas?
- 11- Em sua casa, provavelmente deve haver um aparelho que fica em modo de “espera”, o chamado *stand-by*. Calcule o consumo desse ou desses aparelhos em sua casa.

## Encaminhando a ação

Ao iniciar a Situação de Aprendizagem, o professor pode propor as seguintes questões para discussão: Ao pegar uma conta de luz, vocês sabem identificar o que está ali escrito, além do valor a ser pago? Vocês sabem qual é o consumo de energia elétrica de sua casa? Quanto se paga pela unidade de energia elétrica? Essas questões terão o objetivo de fazer o estudante refletir sobre as informações presentes em uma conta, buscando, assim, compreendê-las melhor.

A partir das questões propostas, o professor pode pedir aos alunos que comecem a interpretar a conta de luz e, em seguida, respondam às questões do Roteiro 5. Essa atividade deve ser realizada em grupo.

É importante que o professor possa acompanhar de perto o desenvolvimento da atividade, buscando auxiliar os alunos na identificação dos valores pedidos no roteiro.

Depois de terem respondido às questões, o professor pode iniciar a discussão com a classe, fazendo o levantamento das respostas de cada grupo. A partir das respostas pode-se destacar as grandezas das quais dependem o consumo de energia, quais são os aparelhos que normalmente consomem mais energia (chuveiros, secadores de cabelo, aquecedores e outros aparelhos usados para gerar calor) e mostrar, por meio de um esquema (mostrador do relógio), como se pode averiguar o consumo de energia de uma casa por meio da observação do “relógio de luz”.

Vale destacar que a tarifação de uma conta de energia elétrica varia de acordo com a faixa de consumo. Veja na figura abaixo que o custo do kWh varia de valor cobrado, para cada faixa de consumo há um valor.

CONSIDERAR ESTA CONTA QUITADA SOMENTE APÓS O DÉBITO EM SUA CONTA CORRENTE

**ELETROLUA**

DÉBITO AUTOMÁTICO BANCO

**Fatura Energia Elétrica**

Nota Fiscal nº | Data de Emissão | Conta Referente a | Nº Cliente | Consumo kWh | Vencimento | Total a Pagar R\$  
 004640000 | 12 NOV 2007 | NOV 2007 | 77517777 | 453 | 25 NOV 2007 | 161,03

SE POR ALGUM MOTIVO DE SEU CONHECIMENTO NÃO OCORRER O DÉBITO AUTOMÁTICO, PAGUE ESTA CONTA EM QUALQUER BANCO AUTORIZADO.

Autenticação Mecânica  
Não vale como recibo

**LUCIANA SILVA DA SILVA**

04600000015 040300482904 040407751904 771107005404

**Informações de Leitura**

Anterior	Atual	Próxima	Entrega da Conta	Leitura	IRR
10 OUT	10 NOV	13 DEZ	14 NOV	1651	000

**Sua Instalação**

Medidor	Fator Multiplicador	Classe	Faturamento
8458768	00001	Residencial	Bifásico

**Conjunto Elétrico TATUAPE**

Limite Permitido	DEC	FEC	DIC	FIC	DMIC
Verificado SET 07	3,00	2,00	13,00	8,00	7,00
	0,09	0,04	0,00	0,00	0,00

O cliente tem direito de solicitar a redução do DIC, FIC e DMIC e ser compensado em caso de ultrapassagem do limite permitido.

Horas em média, que a região ficou sem energia.

Horas que o cliente ficou sem energia.

Vezes que o cliente ficou sem energia.

Máximo de horas contínuas que o cliente ficou sem energia.

**Dados de Faturamento**

CONSUMO	TARIFA R\$/kWh	Valor R\$
453 kWh X	0,24606000	111,46
ICMS		39,37
COSEP LEI 13.479/02		3,50
PIS PASEP		1,19
COFINS		5,51

**Histórico de Consumo kWh**

Mês	Consumo kWh	Tensão
OUT/07	449	Tensão Nominal
SET/07	508	115/230 V
AGO/07	478	Tensão Mínima
JUL/07	472	108/216 V
JUN/07	556	Tensão Máxima
MAI/07	481	127/241 V
ABR/07	481	
MAR/07	457	
FEV/07	467	
JAN/07	383	
DEZ/06	561	
NOV/06	329	

**Demonstrativo - Resolução 199/2006**

Descrição	Valor R\$
Campanha da Tarifa	57,08
Energia	33,96
Serviço de Distribuição	9,75
Transmissão	10,62
Encargos Setoriais	46,07
Tributos	
Reservado ao Fisco	

**Reservado ao Fisco**

C3A6.7A21.B20A.ED0B.AFBE.E9FE.54C3E7C3

Autenticação Mecânica

**Informações de Faturamento**

**IMPORTANTE: MANTENHA O PAGAMENTO DA SUA CONTA EM DIA. ASSIM VOCÊ EVITA EVENTUAL SUSPENSÃO DO FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA.**

O PAGAMENTO DESTA CONTA NÃO QUITA DÉBITOS ANTERIORES. SOBRE A CONTA PAGA APÓS O VENCIMENTO INCIDIRÁ MULTA DE 2%, JUROS DE MORA DE 0,020% AO DIA (LEI 10.439 DE 26/04/2002) E ATUALIZAÇÃO FINANCEIRA A SEREM INCLuíDOS EM CONTA FUTURA.

ICMS - Lei Estadual 6574 de 01/03/89  
 Base de Cálculo R\$ 157,53  
 Alíquota 25% - Valor R\$ 39,37

**Total 161,03**

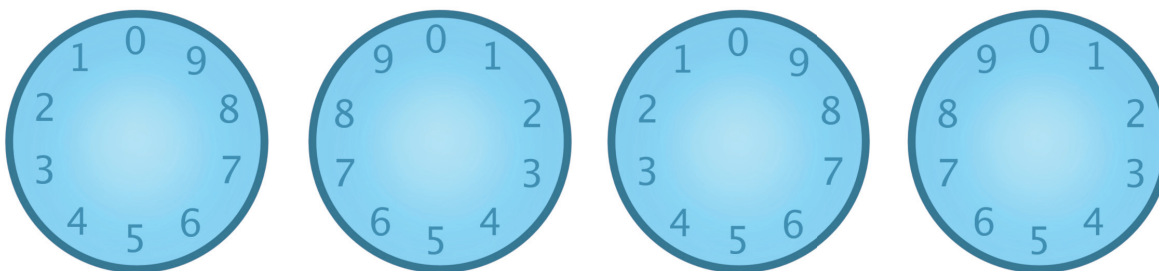
### Encaminhamento complementar

Seria interessante, para o desenvolvimento da atividade, que as contas fossem de períodos diferentes do ano, por exemplo, janeiro, maio, julho e setembro, representando assim as distintas estações e os diferentes consumos de energia elétrica.

É importante destacar nessa atividade a unidade de medida da energia elétrica, o kWh, e por que a energia elétrica é medida nessa unidade e não em Joule (J). Isso se deve ao fato da praticidade de apenas multiplicar a potência, em geral, em kilowatt, pelo tempo de funcionamento do aparelho em horas (ou frações dela). Demonstre como converter

kiloWatt-hora em Joule. Ao falar da unidade de medida da energia elétrica, fica um pouco mais claro que a energia é o produto da potência do equipamento pelo tempo que ele permanece ligado. É bom frisar essa questão, para que as dúvidas sejam as menores possíveis.

Nessa atividade também é possível discutir as leituras feitas nos relógios, sendo possível até complementar a atividade, pedindo aos alunos que efetuem a leitura em um dia e, depois, após uma semana; ou efetuem a leitura em dois dias consecutivos para estimar o consumo diário da casa. Medidas diárias colocadas em um gráfico permitirão estimar o consumo mensal da residência e identificar o dia de maior consumo.



As *Leituras de Física*: Eletromagnetismo, do GREF, página 19, apresenta um texto para ajudar a leitura da energia consumida.

## GRADES DE AVALIAÇÃO DOS PRODUTOS DO TEMA – CIRCUITOS ELÉTRICOS

Atividade	Competências e Habilidades	Indicadores de Aprendizagem
Situação de Aprendizagem 1	<p>Identificar a presença da eletricidade no cotidiano.</p> <p>Classificar os equipamentos elétricos a partir de seu uso em tarefas do cotidiano.</p>	<p>Identificar a presença da eletricidade no dia-a-dia, tanto em equipamentos elétricos como em outras atividades.</p> <p>Classificar os equipamentos segundo a sua utilidade.</p>
Situação de Aprendizagem 2	<p>Identificar elementos que caracterizam a transformação da energia elétrica.</p> <p>Iniciar a discussão das grandezas físicas: resistência elétrica, corrente elétrica, tensão, energia e potência elétrica.</p>	<p>Caracterizar os aparelhos elétricos a partir das especificações dos fabricantes.</p> <p>Compreender a necessidade de seguir as especificações.</p> <p>Reconhecer os símbolos relacionados à cada grandeza.</p>
Situação de Aprendizagem 3	<p>Identificar os principais elementos do circuito.</p> <p>Relacionar os elementos do circuito, as grandezas envolvidas e suas unidades de medida — 1ª Lei de Ohm.</p> <p>Definir corrente elétrica e o modelo microscópico.</p>	<p>Compreender os principais elementos de um circuito.</p> <p>Resolver circuitos simples, envolvendo as grandezas elétricas.</p> <p>Relacionar as grandezas mensuráveis dos circuitos com o modelo microscópico da eletricidade no interior da matéria.</p>
Situação de Aprendizagem 4	<p>Identificar os perigos e procedimentos adequados para o manuseio da eletricidade.</p> <p>Compreender o choque e seus efeitos.</p>	<p>Compreender o choque elétrico como resultado da passagem da corrente elétrica pelo corpo humano.</p> <p>Avaliar efeitos e entender os perigos e cuidados no manuseio da eletricidade.</p>
Situação de Aprendizagem 5	<p>Compreender o dimensionamento do circuito doméstico.</p> <p>Entender a relação entre a resistência, o comprimento e a espessura do fio — 2ª Lei de Ohm.</p>	<p>Obter a resistência elétrica como resultado das dimensões dos condutores.</p> <p>Compreender a necessidade de dimensionar, de maneira correta, a fiação nas instalações elétricas de uma residência.</p>
Situação de Aprendizagem 6	<p>Compreender como é feita a medida da energia elétrica.</p> <p>Estimar o custo e o gasto de energia elétrica.</p> <p>Conhecer alternativas seguras de economia da energia elétrica.</p> <p>Perceber a relação entre o consumo de energia, a potência e o tempo.</p>	<p>Dimensionar o gasto de energia elétrica de uma residência.</p> <p>Compreender as grandezas envolvidas na tarifação da energia elétrica.</p> <p>Propor estratégias de economia.</p>

## PROPOSTAS DE QUESTÕES PARA APLICAÇÃO EM AVALIAÇÃO RELATIVAS AO TEMA – CIRCUITOS ELÉTRICOS

1) (Enem-2007 – Questão 61, Versão Amarela, p. 18) Associação Brasileira de Defesa do Consumidor (com adaptações).

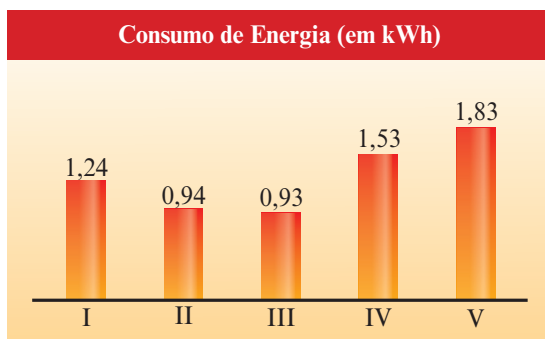


Figura I

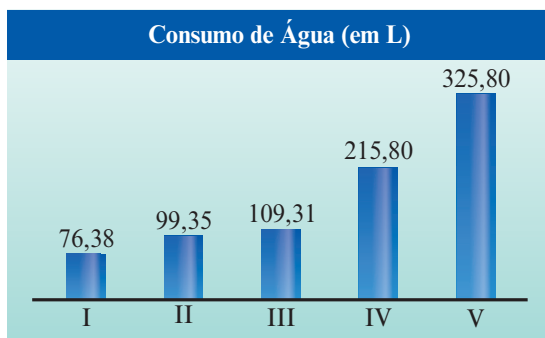


Figura II

As figuras acima apresentam dados referentes aos consumos de energia elétrica e de água, relativos a cinco máquinas industriais de lavar roupa comercializadas no Brasil. A máquina ideal, quanto a rendimento econômico e ambiental, é aquela que gasta, simultaneamente, menos energia e água.

Com base nessas informações, conclui-se que, no conjunto pesquisado,

- quanto mais uma máquina de lavar roupa economiza água, mais ela consome energia elétrica.
- a quantidade de energia elétrica consumida por uma máquina de lavar roupa é inversamente proporcional à quantidade de água consumida por ela.
- a máquina I é ideal, de acordo com a definição apresentada.
- a máquina que menos consome energia elétrica não é a que consome menos água.
- a máquina que mais consome energia elétrica não é a que consome mais água.

2) (Enem-2005) Podemos estimar o consumo de energia elétrica de uma casa considerando as principais fontes desse consumo. Pense na situação em que apenas os aparelhos que constam da tabela abaixo fossem utilizados diariamente da mesma forma.

### Potência e tempo efetivo de uso diário de cada aparelho doméstico

Aparelho	Potência (KW)	Tempo de uso diário (horas)
Ar condicionado	1,5	8 = 12
Chuveiro elétrico	3,3	1/3 = 1,1
Freezer	0,2	10 = 2
Geladeira	0,35	10 = 3,5
Lâmpadas	0,10	6 = 0,6

Supondo que o mês tenha 30 dias e que o custo de 1 KWh é de R\$ 0,40, o consumo de energia elétrica mensal dessa casa, é de aproximadamente:

- a) R\$ 135.
- b) R\$ 165.
- c) R\$ 190.
- d) R\$ 210.
- e) R\$ 230.

- 3) Ao comprar um chuveiro, uma pessoa viu a placa que trazia as especificações dele (figura). Tendo como base a figura, responda:

**220V ~ / 5.400 W**  
Fiação mínima: 4mm<sup>2</sup>  
Disjuntor ou Fusível: 30A  
Pressão mínimo: 15 kPA = 1,5 MCA  
(metro de coluna d'água)

**INDÚSTRIA BRASILEIRA**

- a) O que representa cada símbolo na especificação?
  - b) O que poderá ocorrer se essas especificações não forem obedecidas?
  - c) Qual é o consumo do chuveiro em um banho de 15 min?
  - d) O que pode acontecer com a fiação da residência se os fios tiverem bitola menor do que o indicado?
- 4) Muitos manuais de equipamentos elétricos indicam o dimensionamento da rede elétrica e, além disso, destacam a seguinte frase: **não utiliza extensões ou conectores tipo T (benjamins)**. Discuta as conseqüências para a rede elétrica e o uso desse tipo de dispositivo.

- 5) Para secar o cabelo, uma jovem dispõe de dois secadores que possuem as seguintes especificações: 1 200 W/127 V e 800 W/127 V. Discuta as vantagens de se utilizar um e outro secador.

### Grades de correção das questões:

A primeira questão habilita o aluno a reconhecer o consumo de equipamentos elétricos, avaliando quais os aspectos que são relevantes no momento de adquiri-los. Assim, o aluno poderá compreender melhor o que deve ser avaliado no momento da aquisição.

A questão 2 permite ao aluno avaliar e conhecer os principais consumidores de energia em uma casa, compreendendo que a energia consumida é o produto entre a potência e o tempo que o equipamento permanece ligado.

A questão 3 permite ao aluno reconhecer as grandezas indicadas nas especificações, bem como avaliar a importância de obedecê-las, para que o equipamento possa ter o seu correto funcionamento, sem que haja algum risco para a rede elétrica ou para quem o utiliza.

A quarta questão permite ao aluno avaliar a necessidade de um correto dimensionamento da rede elétrica, bem como compreender os riscos causados pela utilização de dispositivos como extensões e benjamins nas instalações elétricas domiciliares.

A última questão habilita o aluno a avaliar as vantagens de se utilizar determinado equipamento em comparação a um mesmo equipamento que apresenta outro tipo de especificação. Permite, dessa forma, compreender quando que poderá utilizar um e outro ou por que utilizar um e não o outro.



### Resolução e comentários

**1) Resposta correta: Alternativa (D) a máquina que menos consome energia elétrica não é a que consome menos água.**

Podemos notar, com relação aos gráficos, que a máquina III é a que menos consome energia, porém seu consumo de água não é o menor.

É importante discutir as outras alternativas com os estudantes para que possam avaliar melhor a questão.

**2) Resposta correta: Alternativa (E) R\$ 230.**

Para determinar o valor a ser pago, calcule a energia consumida pelo aparelho, fazendo a potência vezes o tempo.

Aparelho	Potência (kW)	Tempo de uso diário (horas)	Consumo (kWh)
Ar condicionado	1,5	8	12
Chuveiro elétrico	3,3	1/3	1,1
Freezer	0,2	10	2
Geladeira	0,35	10	3,5
Lâmpadas	0,10	6	0,6

Esse valor fornece o consumo diário (19,2 kWh). Como o problema pede o consumo do mês (30 dias) multiplique o valor total por 30, encontrando o valor de 576 kWh. Assim, terá o consumo mensal.

Em seguida, multiplique pelo valor, em reais, de cada kWh, chegando ao valor de R\$ 230,40: uma resposta aproximada.

**3. A) Resposta:** 220 V representa a tensão elétrica; 5 400 W, a potência do chuveiro; 4 mm<sup>2</sup>, a área transversal do fio (bitola); 30A, a corrente elétrica máxima que o disjuntor suporta e 15 kPa, a pressão mínima para o funcionamento do chuveiro.

**3. B) Resposta:** Pode ocorrer uma série de problemas de mal funcionamento. Se a tensão for de 127 V, o chuveiro não irá esquentar como deveria (é interessante que seja feito o

cálculo, mostrando a diminuição da potência do chuveiro); se a fiação tiver bitola menor, causará um aquecimento maior do que o normal, levando o isolamento do fio a derreter, fazendo com que possa ocorrer o curto-circuito na rede; se a pressão for menor, o chuveiro não ligará, pois a água não terá pressão para fazer os conectores se fecharem para ligar o chuveiro.

**3. C) Resposta:** O consumo é determinado por:  $E = 5,4 \times 0,25 = 1,35$  kWh. Lembre-se de que a potência deverá ser expressa em kW e o tempo em h.

**3. D) Resposta:** Se a fiação tiver bitola menor, causará um aquecimento maior do que o normal, levando o isolamento do fio a derreter, fazendo com que possa ocorrer o curto-circuito na rede e possivelmente um início de incêndio.

4) Resposta: No caso do uso das extensões, é importante que se tenha em mente a relação entre o comprimento do fio e a resistência. Aumentando o comprimento, aumenta a resistência da instalação onde está ligado o aparelho. O aumento da resistência causa um aumento na corrente, podendo levar a um aquecimento maior do que o esperado, fundindo os fios e, conseqüentemente, chegar a um curto-circuito.

No caso do uso do benjamim, são ligados vários aparelhos em paralelo, fazendo com que a resistência do circuito aumente, causando um aumento na corrente na fiação da tomada. Isso leva a um aquecimento da fiação podendo causar um curto-circuito.

5) Resposta: O secador de 1 200 W consome mais energia.

## TEMA 2 – CAMPOS E FORÇAS ELETROMAGNÉTICAS

As propriedades elétricas e magnéticas, muitas vezes passam despercebidas em nosso dia-a-dia. Contudo, elas são necessárias para se entender muitos dos fenômenos presentes no cotidiano. Como seria o nosso mundo se não houvesse a interação elétrica? Como os átomos de carbono poderiam formar moléculas orgânicas e essas se unirem para formar substâncias do corpo humano se não houvesse a interação elétrica? Como informações poderiam ser gravadas nos *pen drives* sem a interação magnética? Essas são apenas algumas questões que podem auxiliar na introdução desse conteúdo.

Este tema buscará discutir os conceitos iniciais sobre os campos elétricos e magnéticos, mostrando como ímãs (e corpos eletrizados) atraem/repelem-se entre si sem contato. Isso permitirá discutir a interação à distância em contraste com a interação instantânea. Em seguida, para dar significado e dimensão real aos conceitos estudados até aqui, faremos estimativas de ordens de grandeza.

### Apresentação da proposta

As propriedades elétricas e magnéticas da matéria desempenharam um papel importante

no desenvolvimento da Física. Foi com o estudo da eletricidade e do magnetismo manifestados por vários materiais como os âmbares, as pedras “amantes” (os ímãs naturais) que a Física prospectou o mundo microscópico. O cotidiano está repleto de situações que, apesar de não serem percebidas diretamente, envolvem essas propriedades. Quem já não teve os pêlos do braço atraídos por um tubo de televisão recém-desligado ou levou choque ao encostar em alguém ao descer de uma escada rolante? A presente proposta visa a reconhecer as propriedades elétricas e magnéticas da matéria, bem como a sua forma de interação por meio de *campos*. Para tanto, a Situação de Aprendizagem 7 buscará discutir as propriedades elétricas e magnéticas a partir de investigações com equipamentos simples. O uso de pêndulos eletrostáticos, ímãs e metal permitirá trabalhar conceitos ligados à lei de Coulomb, às cargas elétricas em repouso, aos ímãs, aos pólos magnéticos e ao comportamento de condutores e isolantes, quando sujeitos a ação de corpos eletrizados e magnetizados. Como fechamento desse caderno, será proposta uma atividade que buscará discutir e estimar a ordem de grandeza dos principais conceitos estudados até esse ponto. Isso será objetivo da Situação de Aprendizagem 8.

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 7 – PERCEPÇÃO DOS CAMPOS E SUA NATUREZA

**Tempo previsto:** 2 aulas.

**Conteúdos:** Carga elétrica, pólos magnéticos, eletrização, campo elétrico, campo magnético e força elétrica.

**Competências e habilidades:** Identificar as propriedades elétricas e magnéticas, compreendendo a interação através de campos. Reconhecer os processos de eletrização. Diferenciar um condutor de um isolante elétrico.

**Estratégias:** Por meio do uso de pêndulos, construídos com material de baixo custo, serão exploradas as propriedades elétricas e magnéticas, relacionando-as com seus respectivos campos de força.

**Recursos:** Roteiro 7 de atividade experimental com materiais de baixo custo.

**Avaliação:** A partir da produção dos alunos na atividade experimental, espera-se que eles sejam capazes de relacionar campo elétrico com cargas elétricas e campo magnético com ímã (cargas elétricas em movimento), bem como de saber diferenciar um condutor de um isolante e também reconhecer os diferentes tipos de eletrização.

### Objetivo/contexto

Esta Situação de Aprendizagem tem o intuito de reconhecer as propriedades elétricas e magnéticas da matéria, bem como seus campos de interações. A idéia é pedir aos alunos que investiguem os pêndulos feitos de materiais de baixo custo. Cada bolinha do pêndulo estará preenchida com um material diferente, metal e ímã, para que os estudantes possam observar diferentes reações dos pêndulos na presença de materiais distintos, como um canudinho eletrizado, um ímã e um objeto neutro.

### Roteiro 7: Percepção dos campos e sua natureza<sup>2</sup>

Antes de iniciar a atividade, “brinque” um pouco com os materiais presentes nesta atividade: um ímã e um canudo de refresco.

Aproxime o ímã dos demais objetos da mesa. Em seguida, pegue o canudo de refresco e atrite-o, uma única mas vigorosa vez, com um pedaço de papel higiênico. Veja que em algumas situações as coisas irão se atrair: chamaremos isso de **atração**. Em outras vezes, as coisas irão se repelir: chamaremos de **repulsão**. Anote o que chamou sua atenção.

Sobre a mesa há três pêndulos semelhantes. Em um deles, a esfera é inteiramente de isopor; em outro, a esfera de isopor esconde um pedaço de clipe; e finalmente, em um deles há um ímã escondido no interior da esfera.

Complete a tabela abaixo, anotando suas observações. Veja se ocorre atração, repulsão ou se não acontece nada, ao aproximar de cada uma das esferas dos pêndulos, os seguintes corpos:

<sup>2</sup> A atividade completa se encontra no site do NuPIC, disponível em: <http://nupic.incubadora.fapesp.br/portal>.

- a) um canudinho;
- b) um canudinho eletrizado. Eletriza-se um canudinho, atritando-o com uma toalha de papel;
- c) um ímã.

	Pêndulo 1	Pêndulo 2	Pêndulo 3
Canudinho			
Canudinho eletrizado			
Ímã			

Com base nas suas observações, responda:

- 1 - Em qual pêndulo o pedaço de clipe está escondido? Explique.
- 2 - Em qual pêndulo o ímã está escondido? Explique.
- 3 - Qual pêndulo é inteiramente de isopor? Explique.
- 4 - Haveria diferença se fosse utilizado um ímã “mais intenso”? O que/como leva/chega a informação sobre a intensidade do ímã ao pêndulo?
- 5 - Como o pêndulo “sabe” o lado pelo qual ocorre a aproximação dos corpos?
- 6 - Como o pêndulo identifica quando é aproximado um ímã ou um canudinho eletrizado, ou seja, o que detecta a aproximação do ímã e do canudinho eletrizado?

### Encaminhando a ação

Para dar início a discussão sobre campos, faça a seguinte demonstração, usando um ímã e um clipe: coloque o clipe cercado por uma folha de papel e aproxime dele um ímã. Repita a mesma operação, porém faça com que o ímã venha pelo lado oposto. Em seguida, faça a seguinte pergunta: como o clipe sabe que há um ímã por perto? Como é informado de que lado o ímã está chegando até o clipe? Se quiser, troque o clipe por uma bússola. Essa questão levará os alunos a refletirem sobre a maneira como os corpos percebem a presença de outros corpos. Essa idéia pode ser estendida para o caso da atração entre a Terra e a Lua e a atração entre o Sol e os planetas do Sistema Solar.

Em seguida, desenvolva a atividade do Roteiro 7 na sala. Essa atividade foi prevista como uma demonstração investigativa, ou seja, o professor a realiza e o estudante observa, tira

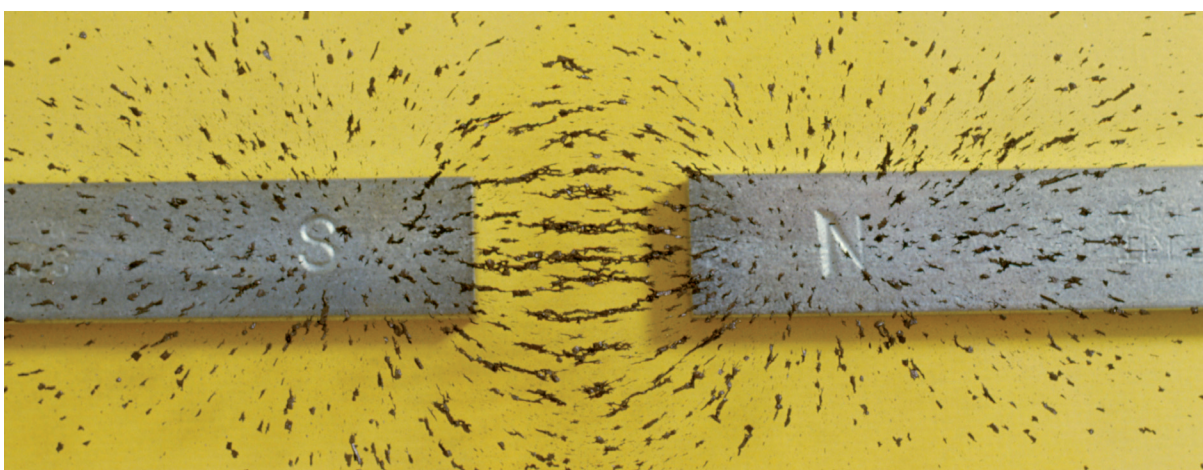
suas conclusões e, depois, responde às questões<sup>3</sup>. A parte relacionada à resposta das questões poderá ser realizada em grupo, para que haja uma maior discussão entre os estudantes sobre as observações realizadas.

Depois de respondidas as questões, o professor pode iniciar a discussão com a classe, fazendo o levantamento das respostas de cada grupo. A partir das respostas, a discussão deve ser encaminhada visando a introdução da idéia de que as ações elétrica e magnética são “mediadas” e não instantâneas. Ou seja, que a percepção da presença de um objeto pelo outro se dá por meio de um intermediário: os campos elétrico e magnético. Uma questão que pode auxiliar nessa tarefa é perguntar aos alunos o que aconteceria se o pêndulo com clipe e o ímã desaparecem? Os alunos provavelmente dirão que o pêndulo deixaria de ser atraído. Repita a pergunta, mas diga agora que o ímã foi levado para mais longe. Repita a pergunta colocando o ímã cada vez mais longe, por exemplo, na órbita da Lua, depois na posição do Sol e finalmente no infinito. A idéia é levar os alunos a perceberem que, na perspectiva moderna, a interação elétrica e magnética se encontra entre fonte (ímã) e alvo (pêndulo). Chamamos isso de **campo**.

Em seguida, sistematize a discussão para que os conceitos possam ser compreendidos de maneira clara pelos alunos. É possível lançar mão, nesse momento, de definições formais e de exercícios numéricos, presentes na maioria dos livros didáticos.

### Encaminhamento complementar

Depois de ter sido feita a discussão sobre a atividade, é necessário que o professor possa formalizar algumas definições nessa aula ou mesmo na próxima aula. É necessário que o estudante compreenda a relação da força com o inverso do quadrado da distância — lei de Coulomb. Uma estratégia interessante para abordar matematicamente essa lei é trabalhar com gráficos. Discuta também: a força como manifestação do campo; a relação entre campo e carga elétrica e vice-versa, ou seja, que não existe campo sem carga, nem carga sem campo; a existência de dois pólos magnéticos e que eles são inseparáveis. Para que possa ficar mais bem fixado, o professor poderá lançar mão do uso de exercícios numéricos que reforcem esses aspectos. Contudo, que os exercícios não se estendam por mais de uma aula.



Ablestock

- 3 Se for possível, transforme-a em uma investigação para os alunos. Para isso você precisa fornecer aos grupos de alunos, além dos três pêndulos, os materiais descritos, como ímãs, bússolas, cliques, pedaços de papel, giz, canudos de refresco, papel higiênico ou papel toalha e outros objetos mais disponíveis. Os materiais em negrito são fundamentais.

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 8 – ESTIMANDO GRANDEZAS

**Tempo previsto:** 1 aula

**Conteúdos e temas:** Ordem de grandeza e estimativa de grandezas elétricas, como resistência, tensão elétrica e corrente.

**Competências/habilidades:** Estimar ordem de grandeza.

**Estratégias:** Utilizando objetos do cotidiano do aluno, buscar estimar a ordem das grandezas envolvidas em alguns fenômenos.

**Recursos:** discussão teórica.

**Avaliação:** espera-se que depois de ter sido desenvolvida a atividade do Roteiro 8, o aluno possa perceber a importância de estimar a ordem da grandeza, envolvida em alguns casos e que, mesmo sem saber ao certo os valores envolvidos, é possível fazer uma estimativa da intensidade das grandezas envolvidas.

### Objetivo/contexto

A Situação de Aprendizagem visa a discutir a maneira de se estimar a intensidade das grandezas envolvidas em determinados fenômenos vinculados à eletricidade. Para isso, será realizada uma discussão teórica, focando as grandezas estudadas. A idéia é discutir, a partir de um relâmpago, como se pode estimar a corrente, o campo, a quantidade de carga que se nos apresenta neste fenômeno e, em seguida, comparar com observações mais próximas, como a corrente e a quantidade de cargas que passam em um chuveiro. Uma outra questão está relacionada ao campo magnético. Neste caso, serão explorados os ímãs, o campo magnético da Terra e campos dessa natureza criados em alguns equipamentos, como o tomógrafo.

### Roteiro 8: Estimando grandezas

A partir de observações que podem ser feitas em um dia que está armando um temporal e tem muitos relâmpagos ocorrendo, tente estimar:

- o campo elétrico;
- a tensão da descarga elétrica (relâmpago);
- a quantidade de cargas escoadas a cada segundo;
- a corrente elétrica.

Em seguida, compare esses dados com uma estimativa dessas grandezas relacionadas com nossa casa. Por exemplo, estime a tensão em casa, a corrente que é percorrida em um liquidificador, a quantidade de cargas que atravessam os fios que ligam o liquidificador à tomada.

Agora, pegue um pequeno ímã e prenda o maior número de moedas de 10 centavos (que não sejam de latão) nele. Anote esse valor para que depois possa ser discutido.

### Encaminhando a ação

Essa é uma atividade teórica e será desenvolvida a partir de discussões pautadas em questões propostas pelo professor. Por isso, deve-se ter cautela nas discussões para que a aula não seja somente focada no professor. Instigue os alunos a responder às questões.

Para iniciar a discussão sobre as estimativas, é importante que fique bem claro o que é fazer estimativa das grandezas, ou seja, mostrar que o que está sendo feito é um cálculo aproximado das grandezas envolvidas no fenômeno, por meio apenas de relações conhecidas. Para que possa ficar mais nítido o que será realizado, dê um exemplo simples sobre a estimativa da massa de todas as pessoas que se encontram na sala, fazendo o cálculo para a média de massa de 70 kg.

Em seguida, explique o fenômeno que servirá para estimar as grandezas: o relâmpago (uma descarga elétrica atmosférica). Inicie a discussão pela estimativa do campo elétrico. Para isso, será necessário indicar que todo material isolante (dielétrico) tem uma propriedade denominada **rigidez dielétrica**, que é a grandeza que mede a intensidade máxima do campo elétrico que se pode suportar sem sofrer ruptura. No caso do ar, ele começa a conduzir quando o campo se torna muito intenso, isto é, quando ultrapassa o valor de  $3 \times 10^6$  V/m. Nesse momento, há uma ruptura da rigidez dielétrica do ar e ele começa a conduzir. Desta forma, quando ocorre um relâmpago, o campo elétrico tem uma intensidade um pouco maior do que  $3 \times 10^6$  V/m.



Ableslock

Estimado o campo elétrico, agora é o momento de estimar a tensão. Para isso, considere o campo elétrico constante. Desta forma, estará simplificando o problema, mas aumentando o erro da estimativa. Para chegar ao valor da tensão no raio é necessário estimar a altura entre as nuvens ou a altura entre a nuvem e o solo. Em seguida, é só multiplicar o campo elétrico pela distância e se obtém o valor da tensão.

Encontrado o valor da tensão, é o momento de estimar a quantidade de carga que escoar em um raio. Essa estimativa envolverá conceitos que não foram estudados, que é o caso do capacitor e da grandeza capacitância. Agora seria um bom momento para discutir o que é um capacitor (dispositivo que se utiliza para armazenar energia elétrica pelo acúmulo de cargas elétricas), dando um exemplo do capacitor dos veículos. O conjunto terra-ar-nuvem ou nuvem-ar-nuvem formam capacitores. Assim, a carga que está armazenada antes de ocorrer o raio é dada por:  $Q = CV$ . A tensão já foi estimada, agora falta estimar a capacitância. Considerando que o capacitor seja de placas paralelas, a capacitância é dada por:  $C = \epsilon_0(A/d)$ , em que  $\epsilon_0$  para o ar vale  $8,85 \times 10^{-12}$  F/m,  $A$  é a área e  $d$  é a distância. Essa é a estimativa mais complicada de ser feita, por isso deverá ser desenvolvida calmamente para que não se perca o foco do que está querendo ser realizado.

Encontrada a carga, agora falta somente a corrente elétrica. Para isso, é necessário estimar o tempo que demora o raio e lembrar que corrente é a razão entre a quantidade de carga pelo tempo.

Todas essas estimativas podem ser comparadas com os valores que podemos encontrar em casa. Por exemplo, a tensão (é importante que o aluno perceba a diferença existente entre as ordens de grandezas do fenômeno analisado com as intensidades relacionadas ao seu cotidiano).



Depois de ter sido feita toda essa discussão com as grandezas, inicie o debate sobre o campo magnético. Para isso, pegue um pequeno ímã e prenda o maior número de moedas possível. Isso fará com que os alunos tenham uma maneira de avaliar a intensidade do campo magnético do ímã. As barras de ímãs têm, em média, um campo em torno de  $10^{-2}$  T (Tesla). Depois de ter prendido as moedas, lance a seguinte pergunta: O campo magnético da Terra é maior, menor ou igual ao do ímã? Assim eles poderão discutir sobre essa relação.

O campo magnético da Terra é de aproximadamente  $10^{-4}$  T, ou seja, 100 vezes menor do que o da barra imantada. Para que eles possam perceber essa diferença, leve uma bússola e mostre que qualquer ímã consegue mover a agulha dela. Isso significa que o campo do ímã é maior do que o da Terra.

Em seguida, compare com o campo magnético criado por um aparelho como o tomógrafo, perguntando quantas moedas esse aparelho conseguiria prender da mesma maneira que foi feito com o ímã. O campo desse equipamento pode chegar até 6 T. Assim, seria uma pilha de aproximadamente 600 vezes mais do que a do pequeno ímã.

### Para casa

Para que a atividade não perca seu sentido, é necessário que o professor indique uma pequena tarefa aos alunos. Uma questão interessante é pedir para eles estimarem a quantidade de carga que passa por um eletrodoméstico qualquer.

## GRADE DE AVALIAÇÃO DOS PRODUTOS DO TEMA – CAMPOS E FORÇAS ELETROMAGNÉTICAS

Atividade	Competências e Habilidades	Indicadores de Aprendizagem
Situação de Aprendizagem 7	<p>Identificar as propriedades elétricas e magnéticas.</p> <p>Compreender a interação por meio de campos.</p> <p>Reconhecer os processos de eletrização.</p> <p>Diferenciar um condutor de um isolante elétrico.</p>	<p>Relacionar campo elétrico com cargas elétricas e campo magnético com cargas elétricas em movimento.</p> <p>Diferenciar um condutor de um isolante em função de sua estrutura elétrica.</p> <p>Reconhecer os diferentes tipos de eletrização.</p>
Situação de Aprendizagem 8	<p>Estimar ordem de valores das grandezas elétricas presentes no cotidiano.</p>	<p>Estimar ordem de grandezas de fenômenos ligados às grandezas elétricas estudadas, como corrente de um raio, carga acumulada em um capacitor, tensão em uma rede de transmissão.</p>

# PROPOSTAS DE QUESTÕES PARA APLICAÇÃO EM AVALIAÇÃO RELATIVAS AO TEMA – CAMPOS E FORÇAS ELETROMAGNÉTICAS

1) (Fuvest-1996) A Figura I representa um ímã permanente em forma de barra, onde N e S indicam, respectivamente, pólos norte e sul. Suponha que a barra esteja dividida em três pedaços, como mostra a Figura II. Colocando lado a lado os dois pedaços extremos, como indicado na Figura III, é correto afirmar que eles

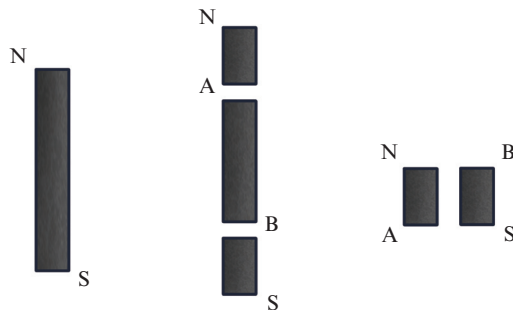
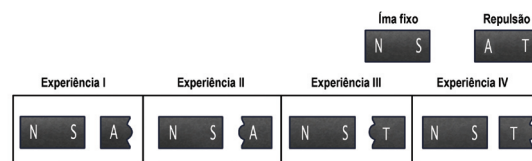


Figura I                  Figura II                  Figura III

- se atrairão, pois A é pólo norte e B é pólo sul.
- se atrairão, pois A é pólo sul e B é pólo norte.
- não serão atraídos nem repelidos.
- se repelirão, pois A é pólo norte e B é pólo sul.
- se repelirão, pois A é pólo sul e B é pólo norte.

2) (Fuvest 1999) Um ímã, em forma de barra, de polaridade N (norte) e S (sul), é fixado em uma mesa horizontal. Um outro ímã semelhante, de polaridade desconhecida, indicada por A e T, quando colocado na posição mostrada na figura 1, é repelido para a direita. Quebra-se esse ímã ao meio e, utilizando as duas metades, fazem-se



quatro experiências, representadas nas figuras I, II, III e IV, em que as metades são colocadas, uma de cada vez, nas proximidades do ímã fixo. Indicando por “nada” a ausência de atração ou repulsão da parte testada, os resultados das quatro experiências são, respectivamente,

	I	II	III	IV
a)	repulsão	atração	repulsão	atração
b)	repulsão	repulsão	repulsão	repulsão
c)	repulsão	repulsão	atração	atração
d)	repulsão	nada	nada	atração
e)	atração	nada	nada	repulsão

- 3) Três esferas de isopor M, N e P estão suspensas por fios isolantes. Quando se aproxima N de P, nota-se uma repulsão entre estas esferas; quando se aproxima N de M, nota-se uma atração.
- Quais são as possíveis cargas (sinais) de cada uma das esferas de isopor?
  - O que ocorrerá se aproximar P de M? Explique.
- 4) Duas partículas com carga  $q_1$  e  $q_2$ , separadas a uma distância  $d$ , se atraem com força de intensidade  $F = 0,18$  N. Qual será a intensidade da força de atração entre essas partículas se:
- a distância entre elas for triplicada?
  - o valor da carga de cada partícula, bem como a distância inicial entre elas forem reduzidas à metade?
- 5) Uma carga  $q_1 = 4 \times 10^{-6}$  C está separada em 2 m de uma outra carga  $q_2 = 1 \times 10^{-6}$  C. Determine:
- a distância de  $q_1$  onde o campo elétrico é nulo.
  - a força elétrica que atua em uma carga  $q_3 = -2 \times 10^{-6}$  C colocada no ponto médio entre  $q_1$  e  $q_2$ .

### Grades de correção das questões

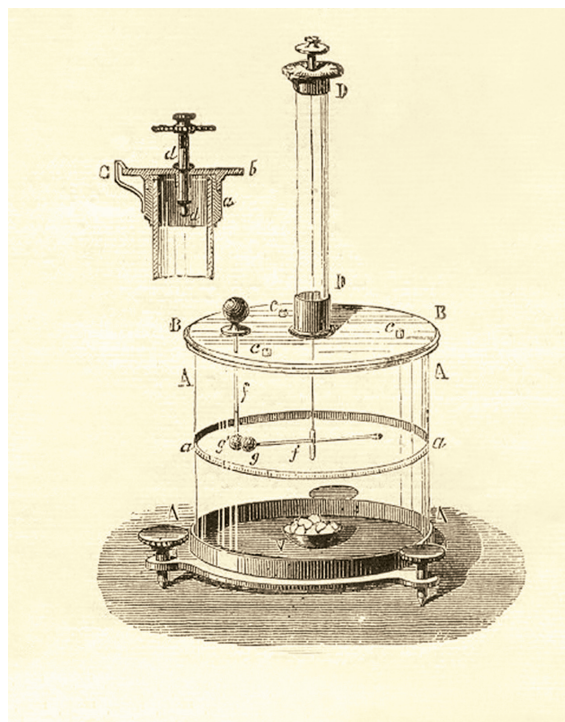
A primeira questão habilita o aluno a reconhecer alguns aspectos inerentes aos ímãs, como a não-existência de monopólos magnéticos e a atração e repulsão entre os pólos, compreendendo quando ocorre a atração e a repulsão.

A questão 2 permite ao aluno avaliar e reconhecer os pólos magnéticos de um ímã por meio da atração e repulsão entre os pólos, bem como compreender que não é possível obter um ímã com um único pólo magnético, ou seja, não existe o monopólo magnético.

A questão 3 habilita o aluno a avaliar as influências nos sinais das cargas elétricas dos corpos na ocorrência de atração e repulsão entre eles, reconhecendo, assim, quando terá atração e quando terá repulsão. Permite também que o estudante possa avaliar o sinal que cada corpo carrega.

A quarta questão permite ao aluno reconhecer as relações existentes entre a intensidade da força, a distância e o valor das cargas elétricas envolvidas, compreendendo qualitativamente a lei de Coulomb. Assim, o estudante poderá avaliar o que ocorre com a intensidade da força quando se altera a distância e o valor das cargas.

A última questão permite ao aluno explorar a lei de Coulomb em relação ao campo elétrico, compreendendo qual é a relação existente entre a distância e o valor da carga para a intensidade do campo elétrico. Permite também relacionar o campo com a força elétrica sobre uma carga qualquer.



## Resolução e comentários

**1) Resposta correta: Alternativa (B) se atrairão, pois A é pólo sul e B é pólo norte.**

Ao quebrar o ímã, conforme a figura II, as partes extremas permanecerão com os dois pólos norte e sul. Como uma barra tem o pólo norte, a outra extremidade A só poderá ser pólo sul. Já a outra barra, que tem o pólo sul em uma das extremidades, só poderá ter na outra B, pólo norte. Assim, quando se aproximarem as extremidades B e A, só poderá ocorrer uma atração, pois são pólos opostos.

**2) Resposta correta: Alternativa (A) repulsão/atração/repulsão/atração**

Ao aproximar o ímã de extremidades A e T do ímã fixo, nota-se uma repulsão que permite concluir que o pólo A tem o mesmo pólo do ímã fixo, logo, é o pólo sul, e T é o pólo norte. Sabendo os pólos do ímã AT é possível saber quando haverá repulsão ou atração nas experiências. Na experiência I, haverá repulsão, pois o pólo A, que é pólo sul, não se modifica quando o ímã é partido ao meio, continuando a ser **repelido** pelo ímã fixo. Na experiência II, a outra extremidade do ímã, que tem o pólo A (sul), ao ser repartido se torna pólo norte, logo será **atraído**. Na experiência III, a outra extremidade do ímã, que tem o lado T, que é originado da quebra, tem o pólo sul, logo será **repelido** pelo ímã fixo. Já na experiência IV, o lado T do ímã é o pólo norte, então será **atraído**. Assim, ocorrerá repulsão/atração/repulsão/atração.

**3A) Resposta:** Como há uma repulsão entre N e P, elas só poderão estar carregadas com sinais iguais (N positivo e P positivo ou

N negativo e P negativo). Ao se aproximar N de M elas se atraem, logo, só poderão estar carregadas com sinais contrários (N positivo e M negativo ou vice-versa).

**3B) Resposta:** Quando se aproxima P de M, irá ocorrer uma atração, pois P tem o mesmo sinal de N, e N e M se atraíram.

**4A) Resposta:** Ao triplicar a distância, a força diminui nove vezes, uma vez que a força é inversamente proporcional ao quadrado da distância.

**4B) Resposta:** Ao diminuir a distância pela metade, a força ficará multiplicada por quatro, mas as cargas também diminuem pela metade, ou seja, o produto das duas cargas será quatro vezes menor. Assim, a intensidade da força permanecerá a mesma, mostrando que a força é diretamente proporcional ao produto das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância.

**5A) Resposta:** Como o campo elétrico deve ser nulo a uma distância X de  $q_1$ , teremos:

$Kq_1/x^2 = Kq_2/(2-x)^2$ , sendo  $x = 4/3$  m. É importante relacionar esse resultado com a lei de Coulomb, mostrando que quanto maior a distância, menor a intensidade do campo. Por isso, para que o campo seja nulo, o ponto x terá que estar mais próximo de  $q_2$ .

**5B) Resposta:** Para encontrar a força resultante sobre  $q_3$ , teremos que determinar primeiro a força entre  $q_1$  e  $q_3$  ( $F_{13} = 72 \times 10^{-3}$  N) e depois a força entre  $q_2$  e  $q_3$  ( $F_{23} = 18 \times 10^{-3}$  N). A força resultante é uma menos a outra (a maior menos a menor) e tem direção sobre a reta que liga  $q_1$  e  $q_3$  no sentido (apontado) de  $q_1$ .

## PROPOSTAS DE SITUAÇÕES DE RECUPERAÇÃO

O principal objetivo deste caderno é ensinar os alunos a lidar com a eletricidade no cotidiano e entendê-la a eletricidade como resultante da maneira como as cargas elétricas se estruturam e interagem na matéria. Embora haja várias habilidades e competências listadas ao longo das atividades propostas, pelo menos três devem ser garantidas para a continuidade de estudos:

- ▶ ser capaz de entender o consumo de energia elétrica como o resultado da corrente elétrica que percorre os equipamentos em uma dada tensão;
- ▶ ser capaz de calcular a energia consumida em função da potência dos equipamentos;
- ▶ ser capaz de reconhecer a corrente elétrica como o resultado da ação de campo elétrico em um corpo gerando um movimento ordenado de cargas.

Caso essas habilidades não tenham sido obtidas pelos estudantes, sugerimos duas estratégias para recuperação a seguir.

- ▶ Para o primeiro item da lista, reaplique o Roteiro 6, mas com nova conta de energia elétrica. Busque discutir com os alunos de que maneira essa conta de luz poderia ser diminuída, em particu-

lar com a substituição de equipamento e redução de uso. Discuta com eles o que significa economia de energia. Apresente os equipamentos econômicos como equipamentos que consomem menos energia para realizar a mesma função. Busque nos exames do Enem ou em outras provas de avaliação (Fuvest, Unicamp etc.) novas questões sobre o tema.

- ▶ Já com relação ao segundo item, forneça os materiais e permita aos alunos que apresentam dificuldade que executem novamente a atividade do Roteiro 7. Encoraje-os a realizar outras investigações com o canudo eletrizado e o ímã. Sugira a eles que tragam outros materiais para serem testados com o ímã e o canudo eletrizado. Faça com que a investigação se transforme em um “jogo” entre eles, testando a capacidade de descobrir o material escondido dentro do isopor. Em seguida, aplique as questões para avaliação.
- ▶ Para o terceiro item, o aluno deve refazer o Roteiro 3, reconhecendo a necessidade da corrente elétrica no funcionamento dos eletrodomésticos. Organize uma discussão pautada no movimento ordenado das cargas elétricas – os elétrons.

## RECURSOS PARA AMPLIAR A PERSPECTIVA DO PROFESSOR E DO ALUNO PARA A COMPREENSÃO DO TEMA

Os temas tratados nesse caderno podem ser aprofundados e estendidos com o uso das referências abaixo, citadas no corpo das atividades:

*Leituras de Física*. GREF – Disponível em: [http://www.if.usp.br/profisl/gref\\_leituras.html](http://www.if.usp.br/profisl/gref_leituras.html)

PEC - Disponível em: <http://paje.fe.usp.br/estrutural/pecl>

Pró-Universitário – Disponível em:

<http://naeg.prg.usp.br/punil/disciplinas/fisical/homedefisicalindex.htm>

NuPIC – Disponível em: <http://nupic.incubadora.fapesp.br/portal>

Outras leituras e sugestões de atividades podem ser obtidas em:

EINSTEIN, A.; INFELD, L. *A evolução da Física*. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1966.

Neste livro é feita uma viagem por toda a Física até o início do século XX. Escrito de forma simples, gostosa de ler, professor e alunos podem ter uma panorâmica de todo

o desenvolvimento da ciência. É um instante em que se pode ter contato com os problemas que os cientistas tinham em cada momento da história e a maneira com que buscavam solucioná-los, revelando de um modo bem claro o pensar científico e, principalmente, como se faz a Física e se constrói a ciência.

Grupo de Reelaboração do Ensino de Física – GREF. *Física 3: Eletromagnetismo*. 3. ed. São Paulo: Edusp, 1998.

No livro do GREF, a eletricidade e o magnetismo são abordados de uma forma totalmente diferenciada da maioria dos outros livros didáticos. Os temas são apresentados de forma qualitativa, mas com muito rigor. Toda a matemática utilizada no eletromagnetismo é contextualizada, trazendo mais significado para os alunos no momento de usá-la. Ao final de cada capítulo são apresentados vários exercícios que tratam de maneira inteligente os pontos centrais do eletromagnetismo. Há um grande número de experimentos de baixo custo que podem ser feitos pelos alunos, além de ótimas sugestões de atividades. Um livro indispensável para qualquer professor.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os temas tratados neste caderno propõem abordar a eletricidade partindo do uso cotidiano de equipamentos elétricos. Os alunos deverão ser sensibilizados para a existência da eletricidade no dia-a-dia, em particular no reconhecimento das características da rede elétrica e das especificações dos equipamentos. O uso racional da energia elétrica e a forma de estimar gastos e formas de economia fecharam o primeiro tema trabalhado. O passo seguinte foi avançar as propriedades da matéria e preparar a introdução de um dos conceitos

importantes da Física moderna, seja qual for o campo.

Uma forma eficiente de acompanhar o desempenho dos alunos é utilizar as tabelas propostas ao final de cada tema como grades de avaliação e estimar o desempenho da classe levando em conta três indicadores quanto ao domínio de cada habilidade: pleno, parcial e insuficiente. Estime a porcentagem da classe em cada um desses indicadores. Veja o exemplo, utilizado para a primeira atividade:

Atividade	Competências e Habilidades	Indicadores de Aprendizagem	Indicadores
Situação de Aprendizagem 1	Identificar a presença da eletricidade no cotidiano. Classificar equipamentos elétricos a partir de seu uso em tarefas do cotidiano.	Identificar a presença da eletricidade no dia-a-dia, tanto em equipamentos elétricos como em outras atividades. Classificar os equipamentos segundo a sua utilidade.	Pleno: 70% Parcial: 50% Insuficiente: 20%

Os indicadores podem ser utilizados para a situação de aprendizagem como um todo (como feito no exemplo acima) ou para cada uma das habilidades previstas.

Bom trabalho!