



caderno do
PROFESSOR

FÍSICA

ensino médio
3ª SÉRIE
volume 1 - 2009



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

Coordenadora de Estudos e Normas Pedagógicas
Valéria de Souza

Coordenador de Ensino da Região Metropolitana da Grande São Paulo
José Benedito de Oliveira

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
Luís 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

COORDENAÇÃO TÉCNICA

CENP – Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas

Coordenação do Desenvolvimento dos Conteúdos Programáticos e dos Cadernos dos Professores

Ghisleine Trigo Silveira

AUTORES

Ciências Humanas e suas Tecnologias

Filosofia: Paulo Miceli, Luiza Christov, Adilton Luís Martins e Renê José Trentin Silveira

Geografia: Angela Corrêa da Silva, Jaime Tadeu Oliva, Raul Borges Guimarães, Regina Araujo, Regina Célia Bega dos Santos e Sérgio Adas

História: Paulo Miceli, Diego López Silva, Glaydson José da Silva, Mônica Lungov Bugelli e Raquel dos Santos Funari

Sociologia: Heloisa Helena Teixeira de Souza Martins, Marcelo Santos Masset Lacombe, Melissa de Mattos Pimenta e Stella Christina Schrijnemaekers

Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Biologia: Ghisleine Trigo Silveira, Fabiola Bovo Mendonça, Felipe Bandoni de Oliveira, Lucilene Aparecida Esperante Limp, Maria Augusta Querubim Rodrigues Pereira, Olga Aguiar Santana, Paulo Roberto da Cunha, Rodrigo Venturoso Mendes da Silveira e Solange Soares de Camargo

Ciências: Ghisleine Trigo Silveira, Cristina Leite, João Carlos Miguel Tomaz Micheletti Neto, Julio César Foschini Lisboa, Lucilene Aparecida Esperante Limp, Máira Batistoni e Silva, Maria Augusta Querubim Rodrigues Pereira, Paulo Rogério Miranda Correia, Renata Alves Ribeiro, Ricardo Rechi Aguiar, Rosana dos Santos Jordão, Simone Jaconetti Ydi e Yassuko Hosoume

Física: Luis Carlos de Menezes, Sonia Salem, Estevam Rouxinol, Guilherme Brockington, Ivá Gurgel, Luís Paulo de Carvalho Piassi, Marcelo de Carvalho Bonetti, Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira, Maxwell Roger da Purificação Siqueira e Yassuko Hosoume

Química: Denilse Morais Zambom, Fabio Luiz de Souza, Hebe Ribeiro da Cruz Peixoto, Isis Valença de Sousa Santos, Luciane Hiromi Akahoshi, Maria Eunice Ribeiro Marcondes, Maria Fernanda Penteadó Lamas e Yvone Mussa Esperidião

Linguagens, Códigos e suas Tecnologias

Arte: Geraldo de Oliveira Suzigan, Gisa Picosque, Jéssica Mami Makino, Mirian Celeste Martins e Sayonara Pereira

Educação Física: Adalberto dos Santos Souza, Jocimar Daolio, Luciana Venâncio, Luiz Sanches Neto, Mauro Betti e Sérgio Roberto Silveira

LEM – Inglês: Adriana Ranelli Weigel Borges, Alzira da Silva Shimoura, Lívia de Araújo Donnini Rodrigues, Priscila Mayumi Hayama e Sueli Salles Fidalgo

Língua Portuguesa: Alice Vieira, Débora Mallet Pezarim de Angelo, Eliane Aparecida de Aguiar, José Luís Marques López Landeira e João Henrique Nogueira Mateos

Matemática

Matemática: Nilson José Machado, Carlos Eduardo de Souza Campos Granja, José Luiz Pastore Mello, Roberto Perides Moisés, Rogério Ferreira da Fonseca, Ruy César Pietropaolo e Walter Spinelli

Caderno do Gestor

Lino de Macedo, Maria Eliza Fini e Zuleika de Felice Murrice

Equipe de Produção

Coordenação Executiva: Beatriz Scavazza

Assessores: Alex Barros, Antonio Carlos Carvalho, Beatriz Blay, Carla de Meira Leite, Eliane Yambanis, Heloisa Amaral Dias de Oliveira, José Carlos Augusto, Luiza Christov, Maria Eloisa Pires Tavares, Paulo Eduardo Mendes, Paulo Roberto da Cunha, Pepita Prata, Renata Elsa Stark, Solange Wagner Locatelli e Vanessa Dias Moretti

Equipe Editorial

Coordenação Executiva: Angela Sprenger

Assessores: Denise Blanes, Luis Márcio Barbosa

Projeto Editorial: Zuleika de Felice Murrice

Edição e Produção Editorial: Conexão Editorial, Aeroestúdio, Verba Editorial e Occy Design (projeto gráfico).

APOIO

FDE – Fundação para o Desenvolvimento da Educação

CTP, Impressão e Acabamento

Imprensa Oficial do Estado de São Paulo

A Secretária 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.

Catálogo na Fonte: Centro de Referência em Educação Mario Covas

S239c São Paulo (Estado) Secretaria da Educação.

Caderno do professor: física, ensino médio - 3ª série, volume 1 / Secretaria da Educação; coordenação geral, Maria Inês Fini; equipe, Guilherme Brockington, Estevam Rouxinol, Ivá Gurgel, Luís Paulo de Carvalho Piassi, Marcelo de Carvalho Bonetti, Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira, Maxwell Roger da Purificação Siqueira, Yassuko Hosoume. – São Paulo : SEE, 2009.

ISBN 978-85-7849-177-2

1. Física 2. Ensino Médio 3. Estudo e ensino I. Fini, Maria Inês. II. Brockington, Guilherme. III. Rouxinol, Estevam. IV. Gurgel, Ivá. V. Piassi, Luís Paulo de Carvalho. VI. Bonetti, Marcelo de Carvalho. VII. Oliveira, Maurício Pietrocola Pinto de. VIII. Siqueira, Maxwell Roger da Purificação. IX. Hosoume, Yassuko. X. Título.

CDU: 373.5:53





Prezado(a) professor(a),

Dando continuidade ao trabalho iniciado em 2008 para atender a uma das prioridades da área de Educação neste governo – *o ensino de qualidade* –, encaminhamos a você o material preparado para o ano letivo de 2009.

As orientações aqui contidas incorporaram as sugestões e ajustes sugeridos pelos professores, advindos da experiência e da implementação da nova proposta em sala de aula no ano passado.

Reafirmamos a importância de seu trabalho. O alcance desta meta é concretizado essencialmente na sala de aula, pelo professor e pelos alunos.

O Caderno do Professor foi elaborado por competentes especialistas na área de Educação. Com o conteúdo organizado por disciplina, oferece orientação para o desenvolvimento das Situações de Aprendizagem propostas.

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

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

Contamos 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

Orientação sobre os conteúdos do bimestre 8

Tema 1 – Circuitos elétricos 10

Situação de Aprendizagem 1 – Reconhecendo a eletricidade no dia-a-dia 10

Situação de Aprendizagem 2 – Entendendo 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 mensal 26

Indicadores de Aprendizagem 28

Propostas de questões para aplicação em avaliação 29

Tema 2 – Campos e forças eletromagnéticas 32

Situação de Aprendizagem 7 – Percepção dos campos e sua natureza 32

Situação de Aprendizagem 8 – Estimando grandezas 35

Indicadores de Aprendizagem 38

Proposta de questões para aplicação em avaliação 39

Proposta de Situação de Recuperação 42

Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno para a compreensão do tema 43

Considerações finais 45





SÃO PAULO FAZ ESCOLA – UMA PROPOSTA CURRICULAR PARA O ESTADO

Prezado(a) professor(a),

É com muita satisfação que apresento a todos a versão revista 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. Esta nova versão também tem a sua autoria, uma vez que inclui suas sugestões e críticas, apresentadas durante a primeira fase de implantação da proposta.

Os Cadernos foram lidos, analisados e aplicados, e a nova versão tem agora a medida das práticas de nossas salas de aula. Sabemos que o material causou excelente impacto na Rede Estadual de Ensino como um todo. Não houve discriminação. Críticas e sugestões surgiram, mas em nenhum momento se considerou que os Cadernos não deveriam ser produzidos. Ao contrário, as indicações vieram no sentido de aperfeiçoá-los.

A Proposta Curricular não foi comunicada como dogma ou aceite sem restrição. Foi vivida nos Cadernos do Professor e compreendida como um texto repleto de significados, mas em construção. Isso provocou ajustes que incorporaram as práticas e consideraram os problemas da implantação, por meio de um intenso diálogo sobre o que estava sendo proposto.

Os Cadernos dialogaram com seu público-alvo e geraram indicações preciosas para o processo de ensino-aprendizagem nas escolas e para a Secretaria, que gerencia esse processo.

Esta nova versão considera o “tempo de discussão”, fundamental à implantação da Proposta Curricular. Esse “tempo” foi compreendido como um momento único, gerador de novos significados e de mudanças de ideias e atitudes.





Os ajustes nos Cadernos levaram em conta o apoio a movimentos inovadores, no contexto das escolas, apostando na possibilidade de desenvolvimento da autonomia escolar, com indicações permanentes sobre a avaliação dos critérios de qualidade da aprendizagem e de seus resultados.

Sempre é oportuno lembrar que os Cadernos espelharam-se, de forma objetiva, na Proposta Curricular, referência comum a todas as escolas da Rede Estadual, revelando uma maneira inédita de relacionar teoria e prática e integrando as disciplinas e as séries em um projeto interdisciplinar por meio de um enfoque filosófico de Educação que definiu conteúdos, competências e habilidades, metodologias, avaliação e recursos didáticos.

Esta nova versão dá continuidade ao projeto político-educacional do Governo de São Paulo, para cumprir as 10 metas do Plano Estadual de Educação, e faz parte das ações propostas para a construção de uma escola melhor.

O uso dos Cadernos em sala de aula foi um sucesso! Estão de parabéns todos os que acreditaram na possibilidade de mudar os rumos da escola pública, transformando-a em um espaço, por excelência, de aprendizagem. O objetivo dos Cadernos sempre será apoiar os professores em suas práticas de sala de aula. Posso dizer que esse objetivo foi alcançado, porque os docentes da Rede Pública do Estado de São Paulo fizeram dos Cadernos um instrumento pedagógico com vida e resultados.

Conto mais uma vez com o entusiasmo e a dedicação de todos os professores, para que possamos marcar a História da Educação do Estado de São Paulo como sendo este um período em que buscamos e conseguimos, com sucesso, reverter o estigma que pesou sobre a escola pública nos últimos anos e oferecer educação básica de qualidade a todas as crianças e jovens de nossa Rede. Para nós, da Secretaria, já é possível antever esse sucesso, que também é de vocês.

Bom ano letivo de trabalho a todos!

Maria Inês Fini

Coordenadora Geral
Projeto São Paulo Faz Escola





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 ^a
Período letivo:	1 ^o bimestre de 2009
Temas e conteúdos:	<p>Diferentes usos de aparelhos e dispositivos elétricos residenciais, seus consumos e os significados das informações fornecidas pelos fabricantes sobre suas características</p> <p>Modelo clássico de matéria e de corrente na explicação do funcionamento de aparelhos ou sistemas resistivos</p> <p>Dimensionamento do custo do consumo de energia em uma residência ou outra instalação, propondo alternativas seguras para a economia de energia</p> <p>Perigos da eletricidade e os procedimentos adequados para seu uso</p> <p>Propriedades elétricas e magnéticas da matéria e as formas de interação por meio de campo</p> <p>Ordens de grandeza das cargas elétricas, corrente e campos elétricos e magnéticos no cotidiano</p>



O RIENTAÇÃO 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 ensino de Física mais instigante para seus alunos e que, ao mesmo tempo, contribua para a formação de indivíduos capazes de participar do processo de transformação da sociedade de forma mais consciente com relação às questões sociais, ambientais e tecnológicas.

As Situações de Aprendizagem propõem o estudo dos circuitos elétricos e das 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 de situações aplicadas, e não apenas de problemas idealizados, se deve ao fato de a eletricidade ter se tornado a principal responsável pela transformação ocorrida na sociedade moderna na virada do século XIX para o XX.

O estudo do conceito de campo elétrico fecha este Caderno, introduzindo a abordagem de um tema central para o entendimento do mundo microscópico e para todo o desenvolvimento da Física moderna.

Várias atividades deste Caderno iniciam o estudo dos temas pelo levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, em termos de conceitos e linguagem.

Esse tipo de procedimento propõe desenvolver competências no domínio da interpretação e da representação pela reconstrução de conceitos e pela adequação da linguagem matemática e científica. Por exemplo, iniciamos o estudo da eletricidade mostrando que várias tarefas do cotidiano são realizadas por meio de equipamentos elétricos.

Há uma sequência de atividades cujo foco é a análise das especificações desses equipamentos e suas classificações. Isso permite introduzir os alunos no estudo das características elétricas de aparelhos 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 de potência, corrente, tensão e resistência estão relacionados a importantes leis físicas 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 unidade 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 é uma introdução ao estudo das propriedades da matéria que estão na origem dos fenômenos elétricos presentes no cotidiano.

A eletricidade atmosférica recupera uma questão histórica importante no desenvolvimento da Física, cujo exemplo mais comum a ser abordado é o estudo dos raios. Entender a sua origem e representá-la por um modelo de cargas e corrente 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 nas problematizações que solicitam a participação do aluno nas suas soluções.

O desenvolvimento da competência de relacionar informações para construir uma argumentação consistente e tomar decisões está presente em vários momentos do desenvolvimento das Situações de Aprendizagem.

Como exemplo, citamos duas Situações de Aprendizagem: na de número 6, intitulada Energia elétrica e a conta de luz mensal, os alunos devem decidir sobre formas de reduzir o consumo de energia elétrica; na de número 5, Dimensionando o circuito doméstico, eles precisam desenvolver propostas de intervenção segura no cotidiano, recorrendo aos conhecimentos adquiridos.

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, apresentamos o tema Circuitos elétricos, composto de seis Situações de Aprendizagem; na segunda, o tema Campos e forças eletromagnéticas é desenvolvido em duas Situações de Aprendizagem.

Para complementar as discussões e os encaminhamentos das Situações de Aprendizagem propostas, estão previstos momentos em que outras ações devem ser programadas por você, professor. Elas são fundamentais para a adequação dessa proposta ao trabalho com os grupos de alunos de cada sala de aula.

Nessas aulas, você poderá desenvolver sua programação específica para complementar as Situações de Aprendizagem deste Caderno com as definições mais formais dos conceitos, análises gráficas não contempladas nas atividades e a resolução de exercícios numéricos encontrados nos livros didáticos de Física do Ensino Médio.



TEMA 1 – CIRCUITOS ELÉTRICOS

Os circuitos elétricos são talvez o tema da eletricidade mais presente no cotidiano moderno. Para ter certeza disso, basta que recordemos da última noite em 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 permite a realização de 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 utilizado. Para tanto, compreender nomenclaturas, especificações e unidades técnicas é fundamental.

As situações cotidianas fornecem inúmeros exemplos de circuitos elétricos, 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 exige conhecimentos sobre a corrente elétrica e como ela percorre os corpos (condutores ou isolantes).

A presente proposta visa ao reconhecimento dos circuitos elétricos domésticos; ao entendimento sobre os princípios básicos do funciona-

mento dos equipamentos elétricos e ao dimensionamento de consumo e à tarifação da energia elétrica.

A Situação de Aprendizagem 1 tem como objetivo mostrar a presença da eletricidade em nossa vida, ressaltando as características dos equipamentos elétricos. A Situação de Aprendizagem 2 complementa a primeira e trata da categorização dos aparelhos, a partir de suas características. A Situação de Aprendizagem 3 propõe o estudo experimental de um circuito elétrico, identificando os principais elementos e grandezas nele presentes, permitindo uma comparação com os circuitos domésticos. A Situação de Aprendizagem 4 discute os perigos e os cuidados a serem tomados com a eletricidade. Para isso, por meio de uma entrevista, será estudado o “choque” e seus efeitos sobre o corpo humano, visando a revelar ideias e concepções de profissionais que lidam com a eletricidade. A Situação de Aprendizagem 5 terá como objetivo discutir a importância do dimensionamento de instalações elétricas domésticas e de saber interpretar bem os manuais dos eletrodomésticos, para minimizar os riscos de acidentes nas instalações elétricas. Fechando esse tema, será discutido, na Situação de Aprendizagem 6, o consumo e o uso racional da energia elétrica, utilizando, como exemplo concreto, uma conta de energia elétrica.

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

Esta atividade visa ao reconhecimento e à classificação sobre o uso da eletricidade no dia-a-dia dos alunos. A ideia é recuperar e organizar situações vivenciadas pelos alunos que, para ocorrerem, requeiram eletricidade. 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, você deverá ficar atento às características e aos princípios de funcionamento dos equipamentos e situações trazidos pelos alunos.



Tempo previsto: 2 aulas.

Conteúdos e temas: 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 ser feita considerando as respostas dadas pelos alunos ao questionário; os resultados da classificação dos aparelhos nas tabelas; o envolvimento do aluno no desenvolvimento da atividade, por meio de sua participação e das contribuições para o enriquecimento das discussões em grupo.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

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 estimulem a pensar sobre a importância da eletricidade em nossa vida. Questões como: *Você já pensou no mundo atual sem a eletricidade? Como seria o seu dia-a-dia sem ela?* Essas questões têm como objetivo a reflexão sobre a utilização corriqueira da eletricidade que, por isso mesmo, tem sua importância esquecida.

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 estimulando-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 eles façam uma classificação dessas tarefas para que possam, em conjunto, montar uma tabela na lousa e completá-la.

A seguir, sugerimos uma possível tabela para a atividade. Obviamente essa não é a única maneira de separar as tarefas.

Tarefas realizadas com equipamentos elétricos	Tarefas realizadas sem equipamentos elétricos



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 em que você saiu da cama, e 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 moderno?
4. É possível separar todas essas atividades que envolvem eletricidade em dois grupos com características comuns? Quais seriam esses grupos?

Para iniciar o desenvolvimento da atividade do roteiro 1.2, 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.

Para tentar responder às questões, divida os alunos em grupos (no máximo cinco componentes) e instrua-os a iniciar o roteiro 1.2 (Ordenando os aparelhos elétricos). Incentive-os a responder às questões, passando de grupo em grupo e parando para estimular e ampliar a discussão em cada grupo. 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 com os demais.

Monte 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 na classificação. Assim, cada coluna da tabela deverá conter um desses critérios, 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 a classe, conforme o exemplo a seguir.

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 equipa-

mentos de comunicação e informação. Destaque que alguns equipamentos, como as lâmpadas e a furadeira, podem ser classificados em dois grupos: motores e resistores.

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, segue uma lista de 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 sem fio
pilha	computador	tomada	liquidificador
microfone	bateria de carro	torradeira	televisão
lâmpada fluorescente	geladeira	DVD <i>player</i>	lavadora de roupas
ferro de passar	secadora de roupas	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

O objetivo da proposta do roteiro 1.1 é que os alunos entendam que a eletricidade está presente em outras situações, tais como os sentidos (visão, audição, paladar, olfato e tato), dos fenômenos naturais a objetos concretos como o motor dos veículos. Essa percepção de que as tarefas não se restringem a atividades realizadas com aparelhos elétricos levará os alunos a ampliar a concepção sobre a presença da eletricidade.

O roteiro 1.2 tem o intuito de levar os alunos a refletir sobre critérios para separar e agrupar equipamentos e, dessa forma, perceber que eles utilizam a eletricidade de maneira distinta.

Se tiver tempo, utilize um livro didático de sua preferência ou algumas das sugestões de referência que apresentamos na seção Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno, no fim deste Caderno.



Depois de ter realizado as atividades com os alunos 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 ENTENDENDO AS ESPECIFICAÇÕES DOS APARELHOS

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 ideia básica é pedir aos estudantes que busquem nas “plaquinhas” de especificação de cada aparelho, de suas casas e lojas, as grandezas nelas apresentadas.

Tempo previsto: 1 aula.

Conteúdos e temas: 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 apresentadas, tais como resistência elétrica, corrente elétrica, tensão, energia e potência elétrica.

Estratégias: atividade de organização de informações recolhidas pelos alunos em casa; discussão em grupos, 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 ser feita considerando os resultados da pesquisa realizada pelos alunos; as respostas das questões da atividade; o envolvimento do aluno no desenvolvimento da atividade, por meio de sua participação e das contribuições para o enriquecimento das discussões em grupo.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Inicie a atividade pedindo aos alunos que apresentem os resultados da pesquisa sobre as especificações dos aparelhos. Reproduza na lou-

sa a tabela com os dados trazidos pelos alunos e, em seguida, discuta os símbolos encontrados e as grandezas relacionadas a eles. Organize a classe em grupos e distribua o roteiro com as questões, para que se possa dar início à discussão sobre a potência elétrica.



Roteiro 2: Buscando as especificações dos aparelhos

Faça uma pesquisa em sua casa procurando as placas de especificação ou os manuais de cada aparelho eletroeletrônico que você possui. Preencha, na tabela a seguir, as grandezas que são apresentadas. Por exemplo, em um ferro de passar roupa há a seguinte marcação: 750 W, 127 V, 50 – 60 Hz).

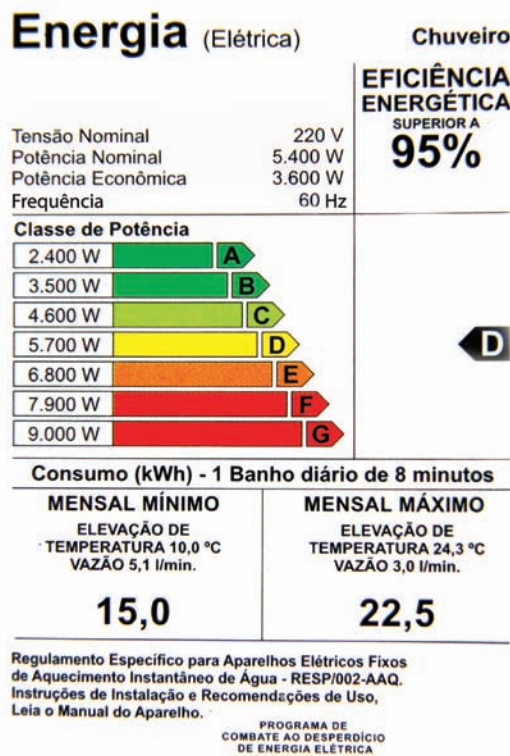


Figura 1.

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? Por quê?
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.

Aparelhos	Grandeza 1	Grandeza 2	Grandeza 3	Grandeza 4



Encaminhando a ação

Nesta Situação de Aprendizagem é importante destacar que a potência é fundamental na avaliação sobre o gasto de energia dos aparelhos, mas que isso pode, em alguns casos, levar a uma avaliação equivocada, já que o consumo também está diretamente relacionado ao tempo de uso do aparelho. Esse é um aspecto importantíssimo a ser destacado.

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

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

Como complemento a esta Situação de Aprendizagem, seria enriquecedor que os alunos pudessem ler algo mais sobre o assunto.

Para que os símbolos pesquisados na atividade do roteiro 2 (Buscando as especificações dos apa-

relhos) possam ser mais bem compreendidos, é necessário que você defina formalmente as grandezas representadas nesses símbolos. Os que precisam ser destacados são tensão, corrente, potência e frequência, ou seja, as que mais aparecem nas especificações. Para alcançar esse objetivo, você pode utilizar um livro didático de sua preferência ou consultar a seção Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno, no fim deste Caderno.

Proponha como tarefa para casa a seguinte questão para finalizar essa parte da discussão: *Qual aparelho consome mais energia, uma lâmpada de 60 W ligada por 24 horas ou um chuveiro de 5 400 W ligado por 15 minutos?* Explique.

Essa questão permitirá uma maneira de avaliar a compreensão dos alunos sobre o consumo dos aparelhos. Na seção Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno há sugestão de aprendizagem que trata desse tema.

Proponha também aos alunos que realizem uma pesquisa, buscando no dicionário ou na internet uma definição para a palavra **eletricidade**, e lembre-se de pedir que tragam o material necessário para a primeira parte da atividade seguinte (que é um experimento que será realizado em grupos).

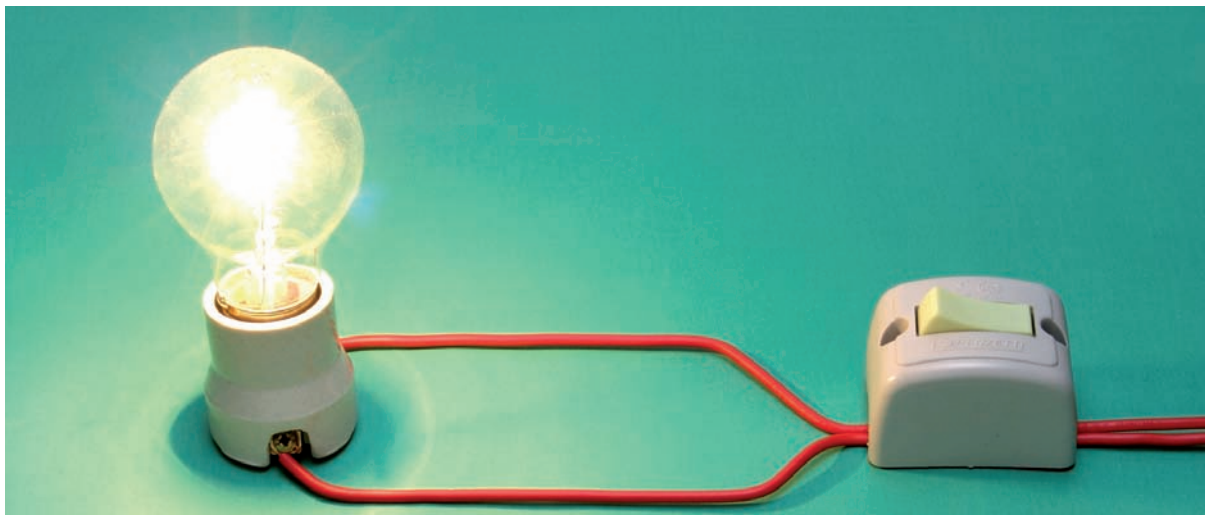


Figura 2 – Lâmpada e corrente alternada.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3 ANALISANDO UM CIRCUITO ELÉTRICO

Esta Situação de Aprendizagem tem o intuito de fazer com que os alunos conheçam os componentes de um circuito elétrico e as grandezas associadas a ele, sendo possível reconhecer a mesma estrutura presente em nossas casas.

A ideia é pedir aos estudantes que montem um pequeno circuito com minilâmpadas, pilhas e fios, avaliando a luminosidade a partir de vá-

rias 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 atividade anterior, como corrente, resistência e tensão elétrica.

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, avaliar a luminescência e relacioná-la com a capacidade elétrica das pilhas para poder discutir as quatro grandezas principais – corrente, tensão, resistência e potência elétrica.

Recursos: roteiro 3 de atividade experimental com materiais de baixo custo.

Avaliação: deve ser feita considerando o trabalho nas montagens dos circuitos; as respostas das questões propostas; a resolução de exercícios; a participação e o envolvimento de cada aluno no desenvolvimento da atividade.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Antes de iniciar a atividade do roteiro 3, para instigar os alunos, pergunte a eles: *O que acontece se ligarmos, por engano, uma lâmpada incandescente de 220 V em uma rede de 127 V? E se fizermos o contrário, ligar uma de 127 V em uma rede de 220 V?*

Deixe claro que não está se pedindo para realizarem essa operação, é apenas para pensarem nela. Estas questões levarão os alunos a pen-

sar 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 componentes, e auxilie-os a montar o circuito para que possam iniciar a atividade.

Lembre-se de que uma lâmpada não é um dispositivo ôhmico, ou seja, sua resistência interna varia com a tensão.

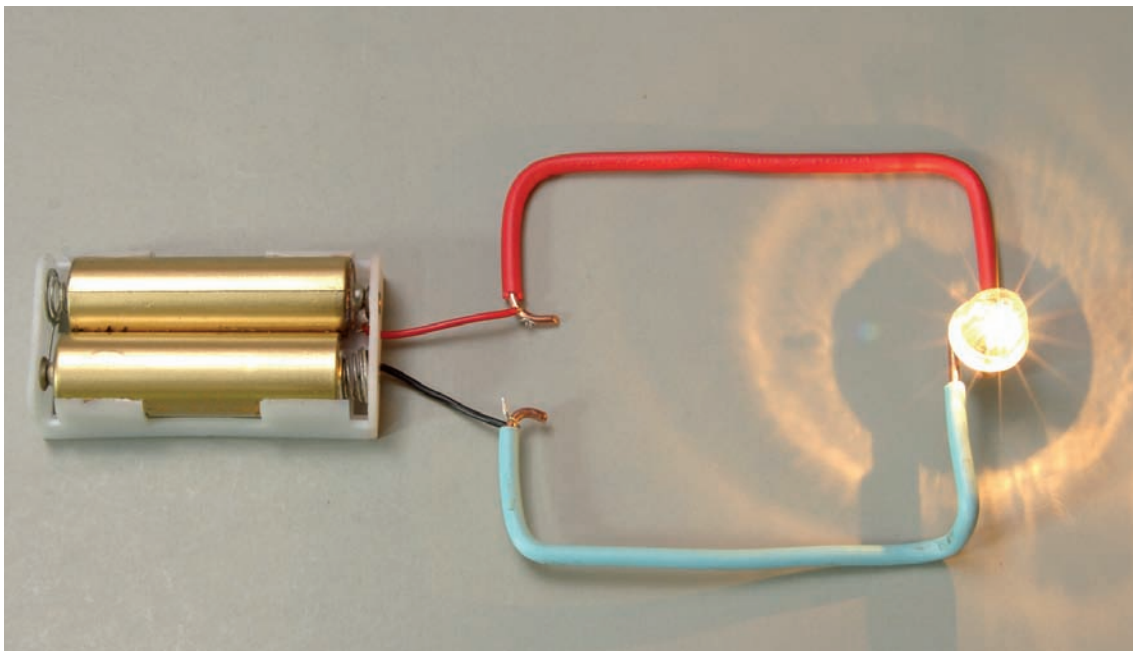


Instrua os alunos para que realizem todas as etapas do roteiro 3, tomando nota dos resultados obtidos no próprio roteiro ou no caderno, visando

à discussão dos dados na aula seguinte, quando as questões do roteiro devem ser retomadas com a classe, e as respostas dos grupos, comentadas.

Roteiro 3: Montar um circuito elétrico

Construa os circuitos elétricos conforme as instruções. Observe, reflita e responda às questões.



© Gábor Nemes/Kino

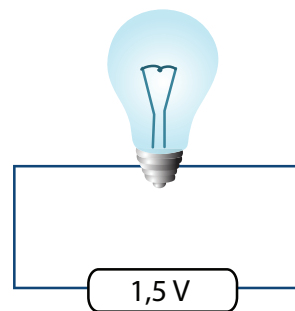
Figura 3 – Energia elétrica gerada pela reação química das pilhas formando um circuito elétrico, gerando emissão de luz pela lâmpada.

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



Lie Kobayashi

os fios nos terminais do soquete. Ligue os fios na pilha, como mostra o esquema abaixo.



Lie Kobayashi

Figura 4.

Observação e conclusão:

1. Observe o brilho da lâmpada quando o circuito, com uma única pilha, for ligado. Depois, compare com o brilho do mesmo cir-

Mãos à obra!

Monte o circuito da seguinte maneira: Fixe as lâmpadas no soquete e, em seguida, conecte



cuito com duas e, em seguida, três lâmpadas (conforme a figura abaixo). Responda:

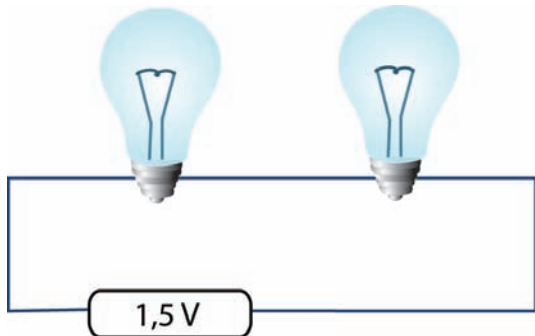


Figura 5.

- 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:

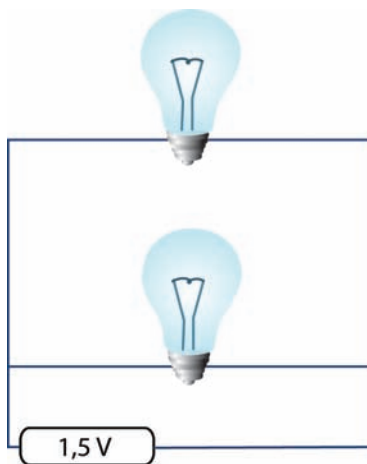


Figura 6.

- O que acontece com o brilho da primeira lâmpada quando são acrescentadas 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:

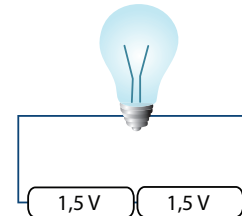


Figura 7.

- 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? Qual?
- Explique o que ocorreria se uma lâmpada de 127 V fosse, por engano, ligada em uma rede de 220 V, tomando como base os conceitos que acabamos de discutir na Situação de Aprendizagem 2.

Importante: não realize esta operação, apenas reflita sobre ela.



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 de-

sarmou. 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

No fim da aula, dedique-se à formalização do conceito de corrente elétrica como o movimento ordenado dos elétrons no condutor. Essa definição é fundamental para que os alunos possam entender o que é 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 primeira lei de Ohm.

A partir das respostas trazidas pelos alunos, é importante discutir a utilidade do disjuntor e do fusível no circuito elétrico doméstico. O objetivo é 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.

Para auxiliar esse trabalho, utilize um livro didático de sua preferência. Veja sugestão na seção Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno. Essa discussão deverá ser complementada ou retomada na Situação de Aprendizagem 5.

Finalize a atividade com a discussão sobre definições de eletricidade que podem ser encontradas na seção Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno, como a que está representada a seguir:

São fenômenos elétricos todos aqueles que envolvem cargas elétricas em repouso ou em movimento; as cargas em movimento são usualmente elétrons. A importância da eletricidade advém essencialmente da possibilidade de se



Figura 8 – Raio.

transformar a energia da corrente elétrica em outra forma de energia: mecânica, térmica, luminosa etc.” (GREF, *Leituras de Física, Eletromagnetismo*, p. 3).

É importante que atividades de discussão conceitual sejam seguidas de formalizações que visem a 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 a reforçar e complementar aqueles executados em sala.

Caso você tenha mais do que duas aulas em programação bimestral, o encaminhamento da atividade poderá ser feito em algumas partes. Ou seja, depois da realização do item 1 da atividade do roteiro 3, você poderá, a partir das respostas, discutir a relação existente entre corrente, tensão e resistência (lâmpada) para explicar as observações, ou seja, a primeira lei de Ohm. Essa discussão pode ser feita por meio de

uma pequena exposição e 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 discussões sobre esse modelo. Depois da realização do item 2, explore as características dos circuitos em paralelo. E, por último, explore a associação de geradores.

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

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 4 CHOQUES ELÉTRICOS

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 para entrevistar um profissional que

trabalhe com a eletricidade no dia-a-dia. Pode ser um eletricitista 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.

Tempo previsto: 2 aulas.

Conteúdos e temas: corrente, resistência, tensão elétrica e a primeira lei de Ohm; modelo clássico da corrente elétrica; choque e seus efeitos.

Competências e habilidades: identificar os perigos e procedimentos adequados para o manuseio da eletricidade; compreender o choque e seus efeitos.

Estratégias: questionário para entrevistar um eletricitista.

Recursos: roteiro 4 de entrevista.

Avaliação: deve ser feita considerando a elaboração do questionário para a entrevista; a qualidade das respostas coletadas; a entrega das questões da atividade; a resolução de exercícios; o envolvimento e a participação nas discussões em grupos.



Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

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: é bem provável que a maioria já tenha tomado um choque.

Em seguida, apresente o roteiro 4, no qual eles devem montar um questionário para entrevistar um profissional que trabalha 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, no fim da aula, todos os grupos tenham o questionário completo para a entrevista. Há no roteiro sugestão de perguntas, mas insista para 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.



© Gaetano/Corbis-Latinstock

Figura 9 – Eletrecista.

Roteiro 4: Choque elétrico

Essa atividade tem por objetivo realizar uma entrevista com um eletricista ou uma pessoa que trabalhe em uma companhia de energia elétrica. Elaborar um roteiro de perguntas para levantar questões que estejam relacionadas ao uso da eletricidade, como cuidados e perigos, ressaltando o choque elétrico.

A seguir apresentamos algumas questões como sugestão; tente, porém, elaborar suas próprias questões.

1. O senhor já tomou choque? Como foi?
2. Saberria 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 sistematizar os dados coletados na entrevista e as conclusões a que eles chegaram sobre o choque elétrico, você 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.

Note que os alunos chegarão com novas informações, como a conceituação de “fase” e “neutro”. Esses termos dizem respeito à instalação elétrica das casas, que é alternada. Nesse caso, o circuito elétrico leva em consideração o “aterramento” (ligação das redes interna e externa da casa à terra). Caso você não domine esse tipo de rede elétrica, sugerimos a leitura de algum dos textos apresentados na seção Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno, no fim deste Caderno.

Incentive uma discussão sobre consequências da passagem da corrente elétrica pelo corpo humano, mostrando que, mesmo 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 no caso de o contato se estabelecer com a rede elétrica com uma única mão ou as duas mãos, fechando o circuito com o contato 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 a seguir sugestões de leitura sobre o tema).

Depois da realização da atividade, é interessante deixar os alunos lerem textos que discutam o choque elétrico. Para essa leitura há sugestões na seção Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno.

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 funcionários 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.

Há sugestões de simulações sobre choques na seção Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno.



Figura 10.

© Ablestock



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 5 DIMENSIONANDO O CIRCUITO DOMÉSTICO

Esta 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. Isso é necessário 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 pas-

sagem da corrente elétrica pela instalação. A ideia é que os alunos compreendam que, alterando o comprimento do fio (distância da tomada 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 segunda lei de Ohm.

Tempo previsto: 2 aulas.

Conteúdos e temas: resistência e a segunda lei de Ohm, corrente, tensão, potência dissipada (efeito Joule).

Competências e habilidades: compreender o dimensionamento do circuito doméstico; entender a relação entre a resistência, o comprimento e a espessura do fio – segunda 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 entrega das respostas das questões propostas na atividade; a resolução de exercícios; os resultados de pesquisas.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

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 ideia 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 aquecer os fios, chegando até a incendiá-los, e pôr a residência em risco (a dissipação de energia será discutida melhor na Situação de Aprendizagem 6).

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

Depois de terem respondido às questões, você pode iniciar a discussão com a classe, fazendo o levantamento das respostas de cada grupo.



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 aparelho. A seguir são apresentadas algumas dessas tabelas.

Tensão/ Bitola	1,5 mm ²	2,5 mm ²	4,0 mm ²	6,0 mm ²	10,0 mm ²
120 V	até 5 m	5,1 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 ²	4,0 mm ²	6,0 mm ²	10,0 mm ²
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 de roupas

Tensão/ Bitola	2,5 mm ²	4,0 mm ²	6,0 mm ²	10,0 mm ²
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

Encaminhando a ação

A partir da organização do roteiro 5, a discussão deve ser encaminhada para a formalização da lei que relaciona a resistência do fio com o comprimento, a espessura (bitola do fio) e o tipo de material do qual é fabricado: a segunda lei de Ohm (valores de resistividade de diferentes materiais podem ser facilmente encontrados nos livros didáticos de Física).

Nesse momento, deve ser retomada a questão dos disjuntores, para que os alunos possam compreender as consequências da inclusão de mais eletrodomésticos para as instalações elétricas e os riscos iminentes se as especificações não forem obedecidas.

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.

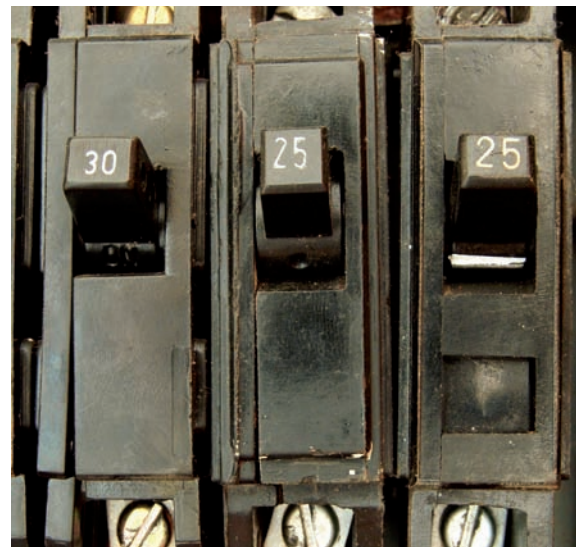


Figura 11 – Disjuntores.

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 se trata de uma peça muito difundida no cotidiano. A discussão poderá ser pautada sobre as consequências para o circuito elétrico, como o



aumento da corrente elétrica (aqui é possível associar a atividade do roteiro 3 com o circuito: quando se ligam as lâmpadas em paralelo).

Você pode explorar essa discussão utilizando o livro didático de sua preferência ou recorrendo à seção Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno, no fim deste Caderno.

Na realização da próxima Situação de Aprendizagem é necessária a utilização de contas de energia elétrica. Por isso, é importante que você as leve para a sala de aula. Caso 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.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 6 ENERGIA ELÉTRICA E A CONTA DE LUZ MENSAL

O objetivo desta Situação de Aprendizagem é sensibilizar os alunos da importância da compreensão das grandezas 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 ideia é pedir aos alunos que analisem uma conta de energia elétrica (conta de luz) e, a partir dessa análise, discutam quatro pontos principais: o consumo de energia de uma casa; o valor efetivo que se paga pela energia; a média diária de consumo e a identificação dos principais equipamentos consumidores de energia em uma residência.

Tempo previsto: 2 aulas.

Conteúdos e temas: potência elétrica e energia elétrica.

Competências e habilidades: compreender como é feita a medida da energia elétrica; estimar o custo e o 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, identificar os aparelhos que mais consomem energia nas casas e assim propor alternativas de economia.

Recursos: roteiro 6 de atividade e conta e energia elétrica.

Avaliação: deve ser feita considerando a entrega das respostas das questões propostas na atividade; a resolução de exercícios; os resultados de pesquisas realizadas; o envolvimento e a participação no desenvolvimento da atividade.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Ao iniciar a Situação de Aprendizagem, você 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, você pode pedir aos alunos que comecem a interpretar a conta de luz e, em seguida, respondam às ques-

tões do roteiro 6. Essa atividade deve ser realizada em grupo.

É importante que você acompanhe de perto o desenvolvimento da atividade, auxiliando os alunos na identificação dos valores pedidos no roteiro.

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 às questões que se seguem:

1. Qual foi o valor total da 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 médio 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 televisão 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. Que 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

Depois de terem respondido às questões, você pode iniciar a discussão com a classe, fazendo o levantamento das respostas de cada grupo. A partir das respostas é interessante destacar as grandezas das quais dependem o consumo de energia, quais 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 observando o “relógio de luz”.

Vale destacar que a tarifação de uma conta de energia elétrica varia de acordo com a faixa de consumo.

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.

© Reprodução

Nota Fiscal Série B Nº		710361		Conta de Energia Elétrica	
Nota Referente a	Nº Instalação	Consumo kWh	Vencimento	Total a Pagar R\$	FN 1/1
NOV 2008	082550	129,0	28 NOV 2008	45,72	

Eletropaulo Metropolitana
Eleticidade de São Paulo SA
Rua Lourenço Marques 158
04547-100 São Paulo SP
CNPJ 01.695.227/0001-93
Inscrição Estadual 108.317.078.118
Regime Especial Proc. DIT-1 nº 20.188/71

Loja de Atendimento mais próxima
das 8h30 às 18h30
Av. Faria Lima 1644
São Paulo

Dados de Faturamento		VALOR R\$
ITENS DE FORNECIMENTO		
CONSUMO	TARIFA R\$/kWh	
129,0	0,26729000	34,48
PIS/PASEP		0,33
COFINS		1,53
ICMS		4,95

ITENS FINANCEIROS		VALOR R\$
DESCRIÇÃO		
COSIP LEI 13.479/02		3,50
JUROS DE MORA - REF: 10/2008		0,06
MULTA (2%) - REF: 10/2008		0,87

Valor da Nota Fiscal: 41,29
Valor da Fatura a Pagar: 45,72

Demonstrativo - Resolução 166/2005

Figura 12.

É importante destacar nessa atividade a unidade de medida da energia elétrica, o kilowatt (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 minimizar as dúvidas.

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.

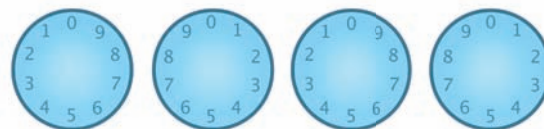


Figura 13.

INDICADORES DE APRENDIZAGEM

Ao final desse tema, deve-se avaliar se os alunos identificam – vendo ou ouvindo – a presença da eletricidade no dia-a-dia, tanto em equipamentos elétricos como em outras atividades.

No caso dos equipamentos, deve-se avaliar a possibilidade de classificação dos aparelhos segundo a sua utilidade e os componentes em comum, como o caso dos resistores. Os alunos devem estar aptos a avaliar a caracterização dos aparelhos a partir das especificações trazidas nelas, bem como a saber a importância de seguir

essas especificações, reconhecendo os símbolos e as grandezas neles descritas.

Além disso, precisam compreender e identificar os elementos dos circuitos e as grandezas envolvidas, a partir da resolução de circuitos simples. É necessário conhecerem o modelo microscópico da eletricidade no interior da matéria, compreendendo o choque como o resultado da passagem da corrente elétrica pelo corpo humano e, conseqüentemente, entender os perigos e os cuidados no manuseio da eletricidade.

Outra habilidade que se espera do alunado é o dimensionamento das instalações elétricas domésticas, a partir das especificações indicadas pelos fabricantes nos manuais de cada equipamento elétrico, levando a entender a relação entre o comprimento, a espessura e a resistência do fio.

E, finalmente, os alunos precisam compreender as grandezas envolvidas na tarifação da energia elétrica de uma residência, dimensionando o consumo de energia elétrica e propondo estratégias de economia e uso racional da energia.

PROPOSTAS DE QUESTÕES PARA APLICAÇÃO EM AVALIAÇÃO

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

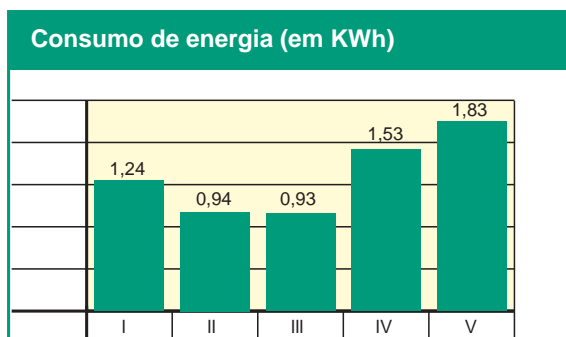


Gráfico 1.

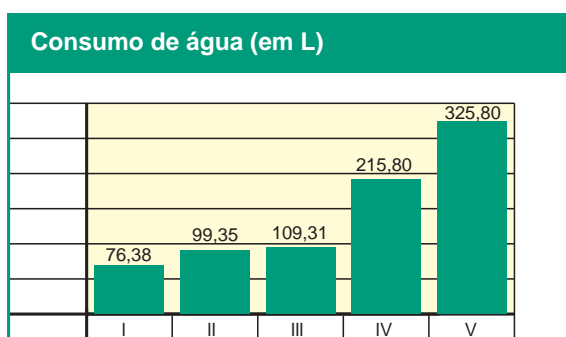


Gráfico 2.

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 am-

biental, 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.

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 demais alternativas com os estudantes, para que possam avaliar melhor a questão.

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 apare-



lhos que constam da tabela abaixo fossem utilizados diariamente da mesma forma. A tabela fornece a potência e o tempo efetivo de uso diário de cada aparelho doméstico.

Aparelho	Potência (kW)	Tempo de uso diário (horas)
Ar-condicionado	1,5	8
Chuveiro elétrico	3,3	1/3
Freezer	0,2	10
Geladeira	0,35	10
Lâmpadas	0,10	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.**

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 de cada kWh por R\$ 0,40, chegando ao valor de R\$ 230,40. A alternativa que mais se aproxima é a última.

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



- 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 minutos?
- d) O que pode acontecer com a fiação da residência se os fios tiverem bitola menor do que o indicado?
 - a) 220 V representa a tensão elétrica; 5400 W, a potência do chuveiro; 4 mm², a área do transversal do fio (bitola); 30A, a corrente elétrica máxima que o disjuntor suporta, e 15 kPa, a pressão mínima para o funcionamento do chuveiro.
 - b) Pode ocorrer uma série de problemas de mau 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, causando um possível 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.

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

d) Se a fiação tiver bitola menor, causará um aquecimento maior do que o normal, levando o isolamento do fio a derreter, e um provável curto-circuito na rede ocorrerá, além de um possível início de incêndio.

4. Muitos manuais de equipamentos elétricos indicam o dimensionamento da rede elétrica e, além disso, destacam a seguinte frase: “não utilize extensões ou conectores tipo T (‘benjamim’)”. Discuta as consequências para a rede elétrica quando se usa esse tipo de dispositivo.

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 o aparelho está ligado. O aumento da resistência causa uma diminuição na corrente, já que a extensão funciona como se fosse um resistor ligado em série ao aparelho. Se os fios da extensão forem finos e o equipamento ligado a ela tiver alta potência, essa combinação pode levar a um aquecimento maior do que o esperado, carbonizando ou derretendo os isolantes e, conseqüentemente, fundindo os fios e levando a um curto-circuito. Além disso, como a extensão está funcionando como se fosse um resistor em série com o equipamento, haverá queda de tensão nela, e, em decorrência, a tensão oferecida para o equipamento deverá ser menor do que a esperada, comprometendo o desempenho do equipamento. No caso do uso do benjamim, vários aparelhos são ligados

em paralelo, fazendo com que a resistência externa do circuito diminua, aumentando a corrente na fiação da tomada. Isso leva a um aquecimento da fiação e do próprio benjamim, podendo causar um curto-circuito.

5. Para secar o cabelo, uma jovem dispõe de dois secadores com as seguintes especificações: 1200 W/127 V e 800 W/127 V. Discuta as vantagens de se utilizar um e outro secador. *O secador de 1200 W consome mais energia.*

Grades de correção das questões

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

A segunda questão permite ao aluno avaliar e conhecer os principais aparelhos 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 terceira questão permite ao aluno reconhecer as grandezas indicadas nas especificações dos aparelhos elétricos, 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 escolher entre dois equipamentos que têm a mesma função. Ambos têm a mesma voltagem, mas a potência é diferente. Permite, dessa forma, compreender quando poderá utilizar um e outro ou por que utilizar um e não outro.



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 as informações poderiam ser gravadas nos tocadores de MP3 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-se e repelem-se entre si sem contato. Isso permitirá discutir a interação a 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.

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 âmbar, 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 pelos do braço atraídos por uma tela de televisão recém-desligada ou levou choque ao encostar em alguém ao descer de uma escada rolante?*

A proposta deste tema visa a reconhecer as propriedades elétricas e magnéticas da matéria, bem como a sua forma de interação através de campos. Para tanto, a Situação de Aprendizagem 7 discute as propriedades elétricas e magnéticas a partir de investigações com equipamentos simples. O uso de pêndulos eletrostáticos, ímãs e metal permitirão trabalhar conceitos ligados à lei de Coulomb, às cargas elétricas em repouso, aos ímãs, aos polos magnéticos e ao comportamento de condutores e isolantes quando sujeitos à ação de corpos eletrizados e magnetizados.

Como fechamento deste Caderno, será proposta uma atividade que buscará discutir e estimar a ordem de grandeza dos principais conceitos estudados até esse ponto. Esse será o objetivo da Situação de Aprendizagem 8.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 7 PERCEPÇÃO DOS CAMPOS E SUA NATUREZA

Esta Situação de Aprendizagem tem o intuito de reconhecer as propriedades elétricas e magnéticas da matéria, bem como seus campos de interação. A ideia 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.

Tempo previsto: 2 aulas.

Conteúdos e temas: carga elétrica; polos 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: deve ser feita a partir das respostas dadas às questões propostas, à resolução de exercícios e no envolvimento com o desenvolvimento da atividade.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Para iniciar a discussão sobre os campos eletromagnéticos, 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 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. Os alunos refletirão sobre a

maneira como os corpos percebem a presença de outros corpos. Essa ideia 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.

Após esse experimento, execute a atividade do roteiro 7 na sala. Foi prevista como uma demonstração investigativa, ou seja, você a realiza e o aluno observa, tira suas conclusões e, depois, responde às questões¹. 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.

¹A atividade completa se encontra no *site* do NuPIC, disponível em: <<http://nupic.incubadora.fapesp.br/porta1>>.



Roteiro 7: Percepção dos campos e sua natureza

Antes de iniciar a atividade, “brinque” um pouco com os materiais presentes nessa 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 de maneira vigorosa, uma única 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, fenômeno que chamaremos de repulsão. Anote o que chamou a 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 a seguir, 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:

- 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 que pêndulo o pedaço de clipe está escondido? Explique.
2. Em que pêndulo o ímã está escondido? Explique.
3. Que pêndulo é inteiramente de isopor? Explique.
4. Haveria diferença se fosse utilizado um ímã “mais intenso”? O que, como leva e como 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

Depois de respondidas as questões, você pode iniciar a discussão com a classe, fazendo o levantamento das respostas de cada grupo. A discussão deve ser encaminhada visando à introdução da ideia 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: o campo (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 desaparecessem?* 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 mais algumas vezes a pergunta alterando a localização do ímã, que ficará cada vez mais longe, por exemplo, na órbita da Lua, depois na posição do Sol e finalmente no infinito. A ideia é levar os alunos a perceberem que, na perspectiva moderna, a interação elétrica e magnética se encontram 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.

Depois da discussão sobre a atividade, é necessário que você possa formalizar algumas definições nessa aula ou mesmo na próxima. O aluno precisa compreender 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.

Há outros temas para discussão, tais como: 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 polos magnéticos e que eles são inseparáveis.

Para que possa ficar mais bem fixado, você poderá lançar mão do uso de exercícios numéricos que reforcem esses aspectos. Contudo, procure não estender por mais de uma aula o trabalho com exercícios.

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.



Figura 14 – Campo magnético de dois ímãs com polos diferentes utilizando limalha de ferro.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 8 ESTIMANDO GRANDEZAS

Esta Situação de Aprendizagem tem como objetivo 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 ideia é discutir, a partir de um relâmpago, como se pode estimar a corrente, o campo, a

quantidade de carga que se apresenta nesse fenômeno e em seguida comparar com observações mais próximas, como a corrente e a quantidade de cargas que passam em um chuveiro.

Nesse caso, serão explorados os ímãs, o campo magnético da Terra e campos dessa natureza criados em alguns equipamentos, como o tomógrafo.



Tempo previsto: 1 aula.

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

Competências e 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: deve ser feita a partir das respostas dadas às questões propostas, à resolução de exercícios e no envolvimento com o desenvolvimento da atividade.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Esta é uma atividade teórica e será desenvolvida a partir de discussões pautadas em questões propostas por você. Por isso, deve-se ter cautela nas discussões para que a aula não seja somente focada em suas colocações. Instigue os alunos a responder às questões.

Para iniciar a discussão sobre as estimativas, é importante que fique bem claro o que é realizar esti-

mativa das grandezas, ou seja, mostrar como é feito 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).

Roteiro 8: Estimando grandezas

A partir de observações que podem ser feitas em um dia em que está se formando uma tempestade (temporal) e há muitos relâmpagos ocorrendo, tente estimar:

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

Em seguida, compare esses dados com uma estimativa dessas grandezas relacionadas com sua casa.

Estime, por exemplo, 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

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 a eletricidade quando o campo elétrico se torna muito intenso, isto é, quando ultrapassa o valor de 3×10^6 v/m. Nesse momento, há uma ruptura da rigidez dielétrica do ar e ele começa a conduzir. Dessa forma, quando ocorre um relâmpago, o campo elétrico tem uma intensidade um pouco maior do que 3×10^6 v/m.

Estimado o campo elétrico, agora é o momento de estimar a tensão elétrica. Para isso, considere o campo elétrico constante. Assim, 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. A base das nuvens se encontram entre 2 e 3 km.

Encontrado o valor da tensão, estime 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.

Esse seria um bom momento para discutir o que é um capacitor (dispositivo que se utiliza para armazenar energia elétrica pelo acúmulo de cargas elétricas). O conjunto “terra-ar-nuvem” ou “nuvem-ar-nuvem” forma capacitores. Assim, a carga que está armazenada antes de ocorrer o raio é dada por $Q = CV$.

Como 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 ϵ_0 para o ar vale



Figura 15 – Raio.

© Stock Image/Latinstock



$8,85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$, A é a área e d é a distância que nesse caso é a altura da nuvem ou a distância entre as duas nuvens. Essa é a estimativa mais complicada de ser feita, por isso deverá ser desenvolvida calmamente para que não se perca o foco do que se está querendo realizar.

Na seção Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno, há sugestão de um artigo que poderá auxiliar na discussão sobre raios e as grandezas envolvidas.

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 típicos que encontramos nas instalações comuns, como em casa, por exemplo. É importante que o aluno perceba a diferença existente entre as ordens de grandeza do fenômeno analisado com as intensidades relacionadas ao seu cotidiano.

Depois de ter sido feita essa discussão com as grandezas, inicie a discussão 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 sua agulha, indicando 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 como 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 que a atividade não perca o seu sentido, é necessário que você indique uma pequena tarefa aos seus alunos. Uma questão interessante é pedir para eles estimarem a quantidade de carga que passa por um eletrodoméstico qualquer.

INDICADORES DE APRENDIZAGEM

Ao final deste tema, deve-se avaliar se o aluno relaciona campo elétrico com carga elétrica e campo magnético com o movimento das cargas elétricas, compreendendo o campo elétrico ou magnético como uma interação a distância entre os corpos.

Deve-se avaliar também se o aluno reconhece, a partir da estrutura elétrica, a diferença en-

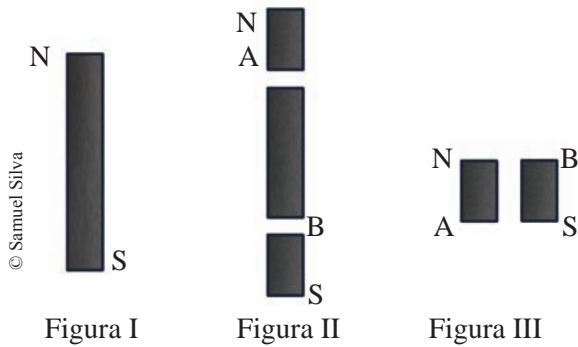
tre um condutor e um isolante e as diferenças entre os tipos de eletrização e suas principais características.

Além disso, deve-se procurar avaliar a capacidade do aluno em estimar ordens de grandeza de fenômenos ligados às grandezas elétricas, como corrente, tensão e carga acumulada.



PROPOSTA DE QUESTÕES PARA APLICAÇÃO EM AVALIAÇÃO

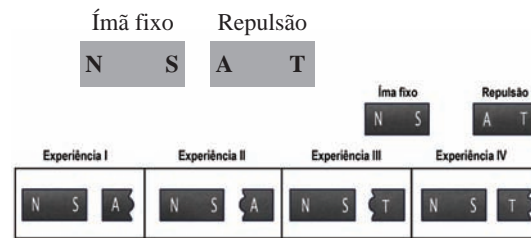
1. (Fuvest-1996) Figuras de um ímã permanente foram marcadas e indicam, respectivamente, polos norte e sul. Suponha que a barra esteja dividida em três pedaços, como mostra a figura II. Colocando lado a lado os dois pedaços extremos, como indicado na figura III, é correto afirmar que eles:



- a) se atrairão, pois A é polo norte e B é polo sul.
 b) se atrairão, pois A é polo sul e B é polo norte.
 c) não serão atraídos nem repelidos.
 d) se repelirão, pois A é polo norte e B é polo sul.
 e) se repelirão, pois A é polo sul e B é polo norte.

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

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

Ao aproximar o ímã de extremidades A e T do ímã fixo, nota-se uma repulsão que permite concluir que o polo A tem o mesmo polo do ímã fixo, logo, é o polo sul, e T é o polo norte. Conhecendo os polos do ímã AT, é possível saber quando haverá repulsão ou atração nas experiências. Na experiência I, haverá repulsão, pois o



polo A, que é polo sul não se modifica quando o ímã é partido ao meio, continuando a ser repellido pelo ímã fixo. Na experiência II, a outra extremidade do ímã que tem o polo A (sul), ao ser repartido o ímã, se torna polo norte, logo será atraído. Na experiência III, a outra extremidade do ímã que tem o lado T, que é originado da quebra, tem o polo sul, logo será repellido pelo ímã fixo. Já na experiência IV, o lado T do ímã é o polo norte, então será atraído. Assim, ocorrerá repulsão/atração/repulsão/atração.

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 essas esferas; quando se aproxima N de M, nota-se uma atração.

- a) Quais são as possíveis cargas (sinais) de cada uma das esferas de isopor?
b) O que ocorrerá se aproximarmos P de M? Explique.

a) 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).

b) Quando se aproxima P de M, irá ocorrer uma atração, pois P tem o mesmo sinal de N, e N e M se atraíram.

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) a distância entre elas for triplicada?
b) o valor da carga de cada partícula, e a distância inicial entre elas forem reduzidos à metade?

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

b) Ao diminuir a distância pela metade, a força ficará multiplicada por quatro, porém 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.

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) a distância de q_1 onde o campo elétrico é nulo.
b) 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 .

a) Como o campo elétrico deve ser nulo a uma distância X de q_1 , teremos: $Kq_2 / x^2 = Kq_1 / (2 - x)^2$, 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 de estar mais próximo de q_2 .

b) Para encontrar a força resultante sobre q_3 , 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 ($F_{23} = 18 \times 10^{-3} \text{ N}$). 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 .

Grades de correção das questões

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

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

A terceira questão 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 envol-

vidas, compreendendo qualitativamente a lei de Coulomb. Assim, o estudante poderá avaliar o que ocorre com a intensidade da força quando se alteram 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.

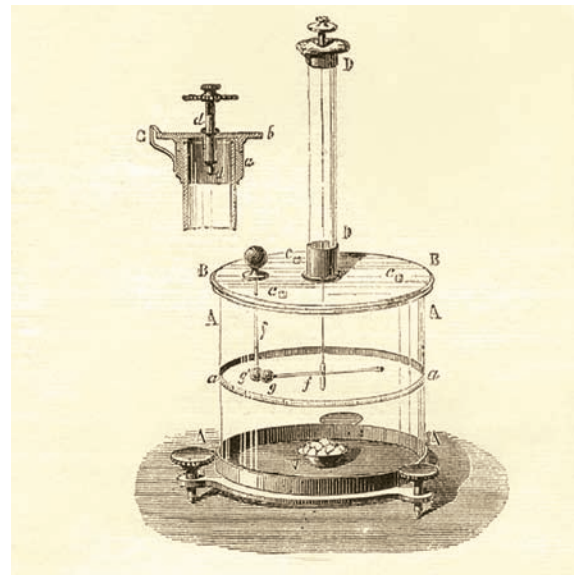


Figura 16.



PROPOSTAS DE SITUAÇÕES DE RECUPERAÇÃO

O principal objetivo deste Caderno é tratar a eletricidade no cotidiano e entendê-la como resultante da maneira pela qual 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 dos estudos. Nessa etapa, os alunos devem ser capazes de:

- ▶ Entender o consumo de energia elétrica como o resultado da corrente elétrica que percorre os equipamentos em uma dada tensão;
- ▶ Calcular a energia consumida em função da potência dos equipamentos;
- ▶ 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 alunos, sugerimos duas estratégias para recuperação a seguir:

- ▶ Aplique, novamente, o roteiro 6, mas com nova conta de energia elétrica. Procure discutir com os alunos de que maneira essa conta de luz poderia ser diminuída, em particular com a substituição de equipamento e redução de uso. Discuta com eles o que significa economia de energia. Apresente os equipamentos econômicos como os que consomem menos energia para realizar a mesma função. Busque nas provas do Enem ou em outras provas de avaliação (Fuvest, Unicamp etc.) novas questões sobre o tema;
- ▶ Forneça os materiais e permita aos alunos com dificuldade que executem novamente a atividade do roteiro 7. Encoraje-os a realizar outras investigações com o canudo eletrizado e o ímã. Peça 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.

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

Os temas tratados neste Caderno podem ser aprofundados e estendidos com o uso das referências abaixo, citadas no corpo das atividades. Nos *sites* e livros a seguir, há material de apoio para complementar o planejamento das aulas. Há materiais de ensino para consulta que ampliam as discussões propostas em todos os Cadernos:

Livros

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, porém 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. É uma obra indispensável para qualquer professor da disciplina.

RODINI, Itzhak. *Dicionário Houaiss de Física*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2005.

Dicionário que serve de apoio para aprofundar ou formalizar definições de grandezas físicas.

SABA, Marcelo M. F. *A Física das tempestades e dos raios: Física na escola*, v. 2, nº1, p. 19-22, 2001.

Sites

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. Disponível em: <<http://www.inpe.br/webelat/homepage/>>. Acesso em: 10 ago. 2008

Na página dessa instituição, podem ser encontrados *links* para a discussão de tempestades e relâmpagos, trazendo definições, história, tipos, origem, formas de proteção, entre outros.

LABORATÓRIO DIDÁTICO VIRTUAL – LABVIRT. Disponível no site: <<http://www.labvirt.fe.usp.br/>>. Acesso em: 10 ago. 2008.

Site que apresenta diversos objetos de aprendizagem que podem auxiliar na discussão de conceitos físicos.

A seção *Discussões sobre o uso de objetos de aprendizagem* apresenta uma atividade sobre consumo de equipamentos elétricos que pode ser usada na Situação de Aprendizagem 2

NuPIC. Disponível em: <<http://nupic.incubadora.fapesp.br/portal>>. Acesso em: 20 jun. 2008.

Site do Núcleo de Pesquisa em Inovação Curricular da Faculdade de Educação da USP. Contém sequências de ensino, propostas de atividades, objetos virtuais de aprendizagem, vídeos sobre atividades e montagens experimentais. Na página principal, o item PCSP contém material específico para algumas Situações de Aprendizagem dos Cadernos desta coleção.



PEC/PEBII. Disponível em: <<http://paje.fe.usp.br/estrutura/pec>>. Acesso em : 29 jul. 2008.

Espaço originário do Programa de Formação Continuada de Professores do Ensino Médio de Física. Apresenta os cadernos utilizados nos cursos, com leituras, propostas de atividades de ensino.

Para auxiliar no desenvolvimento da Situação de Aprendizagem 8, você encontra conceitos e atividades no módulo 2 *Campos e cotidiano*. Disponível em <http://www.vanzolini-ead.org.br/pecem/fis/index_m2s5.htm>. Acesso em: 10 ago. 2008.

PROFIS. Disponível em: http://www.if.usp.br/profis/gref_leituras.html>. Acesso em: 20 jun. 2008.

Espaço de apoio, pesquisa e cooperação de professores de Física para promover projetos e atividades complementares. Engloba diversas matérias de ensino de Física, como banco de teses e trabalhos além de eventos e todo o material desenvolvido pelo Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF).

Como leitura complementar da Situação de Aprendizagem 2, utilize o texto GREF – Leituras de Física – Eletromagnetismo, p. 7-9. E para a Situação de Aprendizagem 3, o texto p. 31-32 e as unidades 11 e 12.

PRÓ-UNIVERSITÁRIO FÍSICA. Disponível em: <<http://naeg.prg.usp.br/puni/disciplinas/index.htm>>. Acesso em: 20 jun. 2008.

Programa de apoio aos estudantes do Ensino Médio, ministrado por estudantes de licenciatura da USP. Contém o material produzido para uso com estudantes do Ensino Médio, em sua maioria textos e questões. Para o desenvolvimento da Situação de Aprendizagem 3, sugerimos a leitura do módulo 4, unidade 1, p. 16, e, para a Situação de Aprendizagem 5, consulte o módulo 4, unidade 1, p. 17-19.

RIVED. Disponível em: <<http://www.rived.mec.gov.br>>. Acesso em: 10 ago. 2008.

Site que apresenta interessantes opções de atividades para download.



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 cotidiano, em particular no reconhecimento das características da rede elétrica e das especificações dos equipamentos.

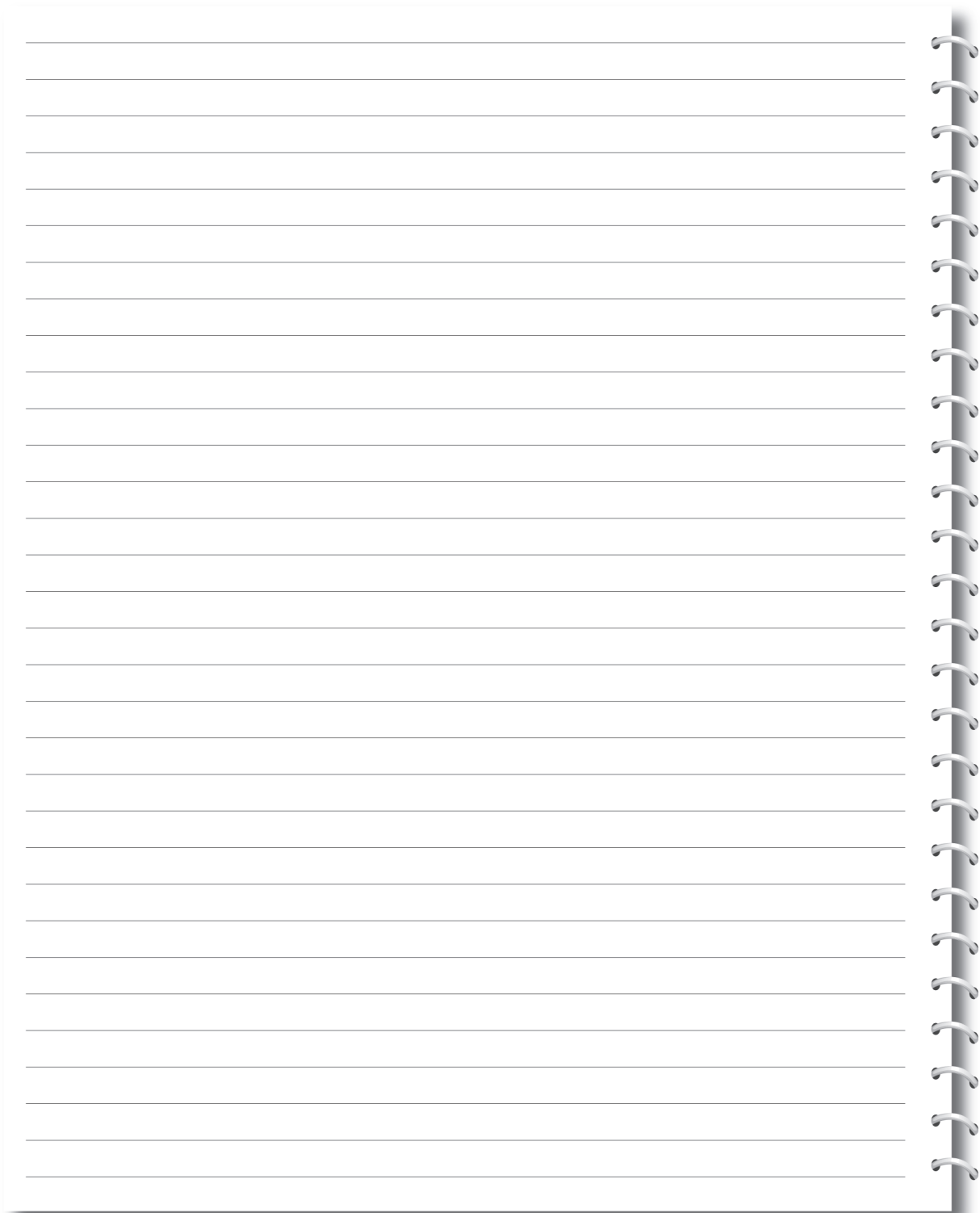
O uso racional da energia elétrica e a forma de estimar gastos e formas de economia fecharam o primeiro tema trabalhado. O passo seguinte foi avançar as propriedades da matéria e preparar a introdução de um dos conceitos mais importantes da Física moderna: o campo.

Bom trabalho!





 *Anotações*





 *Anotações*

A spiral-bound notebook page with 20 horizontal lines for writing. The spiral binding is on the left side. The page is otherwise blank.





 *Anotações*

