



caderno do
PROFESSOR

FÍSICA



ensino médio
3^a SÉRIE
volume 2 - 2009





GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Governador
José Serra

Vice-Governador
Alberto Goldman

Secretário da Educação
Paulo Renato Souza

Secretário-Adjunto
Guilherme Bueno de Camargo

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
Rubens Antonio Mandetta

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 Aguilar 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 Lisbôa, Lucilene Aparecida
Esperante Limp, Maira 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, Ivã
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
Penteado 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, Livia 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
Murrrie

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 Murrrie

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

Esdeva Indústria Gráfica

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

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

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 2 / Secretaria da Educação; coordenação geral, Maria Inês Fini; equipe, Guilherme Brockington, Estevam Rouxinol, Ivã 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 978-85-7849-263-2

1. Física 2. Ensino Médio 3. Estudo e ensino I. Fini, Maria Inês. II. Brockington, Guilherme. III. Rouxinol, Estevam. IV. Gurgel, Ivã. 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),

Vinte e cinco anos depois de haver aceito o convite do nosso saudoso e querido Governador Franco Montoro para gerir a Educação no Estado de São Paulo, novamente assumo a nossa Secretaria da Educação, convocado agora pelo Governador José Serra. Apesar da notória mudança na cor dos cabelos, que os vinte e cinco anos não negam, o que permanece imutável é o meu entusiasmo para abraçar novamente a causa da Educação no Estado de São Paulo. Entusiasmo alicerçado na visão de que a Educação é o único caminho para construirmos um país melhor e mais justo, com oportunidades para todos, e na convicção de que é possível realizar grandes mudanças nesta área a partir da ação do poder público.

Nos anos 1980, o nosso maior desafio era criar oportunidades de educação para todas as crianças. No período, tivemos de construir uma escola nova por dia, uma sala de aula a cada três horas para dar conta da demanda. Aliás, até recentemente, todas as políticas recomendadas para melhorar a qualidade do ensino concentravam-se nas condições de ensino, com a expectativa de que viessem a produzir os efeitos desejados na aprendizagem dos alunos. No Brasil e em São Paulo, em particular, apesar de não termos atingido as condições ideais em relação aos meios para desenvolvermos um bom ensino, o fato é que estamos melhor do que há dez ou doze anos em todos esses quesitos. Entretanto, os indicadores de desempenho dos alunos não têm evoluído na mesma proporção.

O grande desafio que hoje enfrentamos é justamente esse: melhorar a qualidade de nossa educação pública medida pelos indicadores de proficiência dos alunos. Não estamos sós neste particular. A maioria dos países, inclusive os mais desenvolvidos, estão lidando com o mesmo tipo de situação. O Presidente Barack Obama, dos Estados Unidos, dedicou um dos seus primeiros discursos após a posse para destacar exatamente esse mesmo desafio em relação à educação pública em seu país.

Melhorar esses indicadores, porém, não é tarefa de presidentes, governadores ou secretários. É dos professores em sala de aula no trabalho diário com os seus alunos. Este material que hoje lhe oferecemos busca ajudá-lo nesta sua missão. Foi elaborado com a ajuda de especialistas e está organizado em bimestres. O Caderno do Professor oferece orientação completa para o desenvolvimento das Situações de Aprendizagem propostas para cada disciplina.

Espero que este material lhe seja útil e que você leve em consideração as orientações didático-pedagógicas aqui contidas. Estaremos atentos e prontos para esclarecer suas dúvidas e acatar suas sugestões para melhorar a eficácia deste trabalho.

Alcançarmos melhores indicadores de qualidade em nosso ensino é uma questão de honra para todos nós. Juntos, haveremos de conduzir nossas crianças e jovens a um mundo de melhores oportunidades por meio da educação.

Paulo Renato Souza

Secretário 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 – Campos e forças eletromagnéticas 10

Situação de Aprendizagem 1 – Conhecendo as linhas de campo do ímã 10

Situação de Aprendizagem 2 – Campo magnético de uma corrente elétrica 14

Situação de Aprendizagem 3 – Gerando eletricidade com um ímã 19

Grade de Avaliação 23

Propostas de questões para aplicação em avaliação 24

Tema 2 – Motores e geradores (produção de movimento) 27

Situação de Aprendizagem 4 – Construindo um motor elétrico 27

Situação de Aprendizagem 5 – Entendendo os geradores elétricos 31

Grade de Avaliação 34

Propostas de questões para aplicação em avaliação 35

Tema 3 – Produção e consumo de energia elétrica 38

Situação de Aprendizagem 6 – Compreendendo o funcionamento das usinas elétricas 38

Situação de Aprendizagem 7 – Compreendendo uma rede de transmissão 41

Situação de Aprendizagem 8 – Energia elétrica e uso social 44

Grade de Avaliação 49

Propostas de questões para aplicação em avaliação 50

Proposta de Situação de Recuperação 53

**Recursos para Ampliar a Perspectiva do Professor e do Aluno para a
Compreensão do Tema 54**





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 dez 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 II

Nome da disciplina:	Física
Área:	Ciências da Natureza e suas Tecnologias
Etapa da educação básica:	Ensino Médio
Série:	3 ^a
Período letivo:	2 ^o bimestre de 2009
Temas e conteúdos:	<p>Interação entre eletricidade e magnetismo e conceito de campo eletromagnético</p> <p>Unificação das teorias elétricas e magnéticas</p> <p>Funcionamento de motores e geradores elétricos; interações entre os elementos constituintes e as transformações de energia envolvidas</p> <p>Processos de produção de energia elétrica em grande escala: princípios de funcionamento das usinas hidrelétricas, termelétricas, eólicas, nucleares etc. e seus impactos sociais (balanço energético, relação custo-benefício)</p> <p>Formas de transmissão da eletricidade a grandes distâncias</p> <p>Evolução da produção, do uso social e do consumo de energia, relacionando-os aos desenvolvimentos econômico e tecnológico e à qualidade de vida ao longo do tempo</p>





ORIENTAÇÃO SOBRE OS CONTEÚDOS DO BIMESTRE

As propriedades elétricas e magnéticas muitas vezes passam despercebidas em nosso dia a dia. Contudo, elas são necessárias para a compreensão de inúmeros fenômenos presentes no cotidiano, especialmente no mundo atual. *Como seria o nosso mundo se não houvesse a interação eletromagnética?*

O funcionamento de um motor elétrico, as informações gravadas nos *pen drives* e a produção de energia elétrica em grande escala dependem dessas interações. Esses são apenas alguns exemplos que podem auxiliar na tomada de consciência da importância de estudar fenômenos e modelos eletromagnéticos e suas aplicações.

Este Caderno inicia com atividades que dão continuidade àquelas propostas para o final do 1º bimestre, nas quais identificamos os campos elétricos e magnéticos, propondo um aprofundamento na relação entre eles. Esse estudo é realizado experimentalmente, fazendo uso de materiais simples e procurando desenvolver competências no domínio da observação crítica, da tomada de dados, da interpretação conceitual, da percepção de aspectos presentes nos modelos científicos e da linguagem matemática e científica.

A análise mais detalhada do campo magnético tem início com o estudo das propriedades de um ímã, por meio do mapeamento de sua influência no espaço com uso de limalhas de ferro. Em seguida, um novo estudo é feito com uma bússola no entorno de um fio percorrido por corrente elétrica. As situações de geração da eletricidade com magnetismo, e vice-versa, levam ao conceito de campo eletromagnético.

A unificação da eletricidade e do magnetismo numa perspectiva histórica fecha essa pri-

meira parte. O conceito de campo é uma das ideias mais importantes da Física do século XIX, fundamentando leis físicas importantes. Seu conhecimento abre espaço para a construção adequada de uma representação científica unificada das interações, neste caso, elétricas e magnéticas.

O tema seguinte aborda o funcionamento dos geradores e dos motores elétricos. Nesse estudo, os campos eletromagnéticos são empregados como ferramentas conceituais para que se entenda a geração de eletricidade pelo movimento e vice-versa.

A abordagem é também feita a partir de atividades experimentais com materiais simples. Experimentos com um motor simplificado e com um dínamo permitem manipular e ensaiar usos práticos da interação eletricidade-magnetismo, e permitem que se compreenda essa interação.

A ideia principal é propiciar, além do conhecimento de aspectos conceituais para uma posterior formalização, a compreensão dos elementos básicos dos principais aparelhos e equipamentos elétricos presentes em nosso cotidiano.

O tema final deste Caderno introduz o estudante no estudo dos modos de produção e transmissão de energia elétrica em grande escala. Eles são fundamentais para enfrentar os desafios do crescimento econômico e sua dependência das fontes de energia.

A base de funcionamento de uma usina hidrelétrica é usada como modelo para o entendimento de diversos processos de produção de energia em grande escala, como os de usinas eólicas, nucleares, termelétricas etc.



O estudo da matriz energética do país abre a possibilidade para situar o Brasil no cenário econômico mundial e avaliar as medidas para a manutenção do crescimento sustentável. Avaliar soluções que garantam esse desenvolvimento, com a preservação das condições de vida na Terra, depende da capacidade de pensar com base em informação especializada e de tomar decisões com a clareza de que não existem respostas absolutas aos problemas sociais da modernidade.

O desenvolvimento da competência de relacionar informações para construir argumentação consistente está presente em vários momentos do desenvolvimento das atividades, particularmente naquele que trata da produção de energia \times qualidade de vida, no qual os alunos terão a oportunidade de debater, argu-

mentar e elaborar propostas sobre formas de reduzir o consumo de energia elétrica.

Este Caderno está dividido em três partes: a primeira, com o tema Campos e forças eletromagnéticas, é desenvolvida em três Situações de Aprendizagem; a segunda, com o tema Motores e geradores (produção de movimento), é desenvolvida em duas Situações de Aprendizagem; e a terceira, com o tema Produção e consumo de energia elétrica, é desenvolvida em três Situações de Aprendizagem. Em cada Situação de Aprendizagem, apresentam-se inicialmente um breve resumo e o quadro com a síntese das atividades propostas. Após a explicitação do objetivo e do contexto da atividade, propõe-se um roteiro a ser entregue aos alunos. Em seguida, apresenta-se um encaminhamento da ação com a explicitação e abordagem sugeridas.



TEMA 1 – CAMPOS E FORÇAS ELETROMAGNÉTICAS

O mundo moderno está repleto de fenômenos, processos e situações que envolvem propriedades elétricas e magnéticas da matéria, apesar de não percebidas diretamente. Veja alguns exemplos nas seguintes questões: *Por que uma bússola aponta sempre para o norte? Por que em um eletroímã não há ímãs? Como uma usina hidrelétrica produz energia a partir do movimento de queda d'água?*

O estudo dos campos elétricos e magnéticos, sua origem, sua interação com a matéria e sua relevância na tecnologia moderna constituem os conteúdos escolhidos para este tema.

Assim, esta proposta abordará a eletricidade e o magnetismo de maneira unificada, destacando aspectos científicos, históricos e práticos de suas inter-relações.

Apresentação da proposta

Para o desenvolvimento deste tema, serão propostas três Situações de Aprendizagem que envolvem as relações entre o magnetismo e a eletricidade a partir de investigações com experimentos simples. A Situação de Aprendizagem 1 buscará observar e estudar as linhas de campo magnético por meio de uma bússola e de limalhas de ferro. A Situação de Aprendizagem 2 fará uso de um pequeno circuito elétrico e uma bússola para realizar uma versão simplificada da experiência de Oersted, em que é possível observar os efeitos magnéticos da eletricidade. Na Situação de Aprendizagem 3, com o uso de uma pequena bobina, um ímã e uma bússola, observaremos o fenômeno inverso, ou seja, os efeitos elétricos do magnetismo, o que abre espaço para a introdução da lei de indução de Faraday.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1 CONHECENDO AS LINHAS DE CAMPO DO ÍMÃ

Esta Situação de Aprendizagem tem como objetivo reconhecer as linhas de campo de um ímã e, a partir delas, estabelecer uma relação entre a distância à fonte e a intensidade de seu campo. A proposta é investigar, a partir da con-

figuração de limalhas de ferro sobre um papel onde se encontra um ímã, a formação das linhas de campo, a orientação do campo magnético por meio da bússola em diversas posições e a determinação dos polos magnéticos.

Tempo previsto: 2 aulas.

Conteúdos e temas: campo magnético, linhas de campo e polos magnéticos.

Competências e habilidades: reconhecer e utilizar adequadamente símbolos, códigos e representações geométricas da linguagem científica no estudo de campos magnéticos e suas fontes; utilizar linguagem escrita para relatar experimentos e questões relativos à identificação das características de campos magnéticos; identificar fenômenos naturais, estabelecer relações e identificar regularidades em fenômenos que envolvem magnetismo; utilizar procedimentos e instrumentos de observação, representar resultados experimentais, elaborar hipóteses e interpretar resultados em experimentos que envolvem campo magnético.

Estratégias: elaboração de hipóteses; realização de atividades experimentais em grupo; discussão de resultados experimentais; verificação de hipóteses; aplicação dos resultados em outras situações.

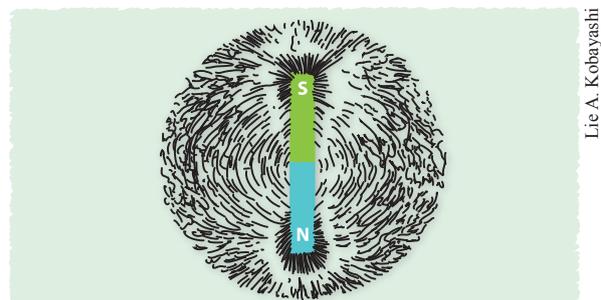
Recursos: roteiro de atividade para discussão em grupo; material experimental: ímãs, bússola, limalha de ferro e papel em branco.

Avaliação: deve ser realizada levando em conta o relatório de síntese da atividade e as respostas dadas pelos alunos ao questionário. O envolvimento no desenvolvimento da atividade, por meio de sua participação, e suas contribuições para o enriquecimento das discussões em grupo, também podem ser avaliados.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Comece a Situação de Aprendizagem por uma discussão coletiva na qual seja problematizada a ação à distância do ímã (força atrativa do ímã sobre os metais). Assim, os alunos perceberão que existe uma interação entre o ímã e o objeto atraído. Em seguida, proponha a questão: *Conseguiríamos visualizar o campo criado pelo ímã? Ou: Como poderíamos “materializar” o campo criado pelo ímã?* A partir dessa questão, pode-se iniciar a discussão sobre as linhas de campo magnético, a determinação dos polos magnéticos e a força magnética que altera a direção da agulha da bússola.

Em seguida, organize os alunos em grupos de até cinco alunos e entregue o roteiro 1. Peça que respondam às duas primeiras questões.



Lie A. Kobayashi

Figura 1.

Discuta os resultados com eles antes de iniciar a segunda parte da atividade.

Com os alunos ainda em grupos, realize a segunda parte da atividade, utilizando o ímã e as limalhas de ferro (que podem ser obtidas



com palha de aço). Uma outra alternativa é utilizar pequenos alfinetes, que devem ser espalhados aos poucos. Em seguida, peça que

respondam às questões que serão discutidas na sequência.

Roteiro 1 – Conhecendo as linhas de campo do ímã

Você sabe que o ímã exerce uma ação à distância sobre alguns materiais. Essa ação é provocada por seu campo magnético. Para poder visualizar esse campo, vamos realizar uma pequena atividade.

Materiais

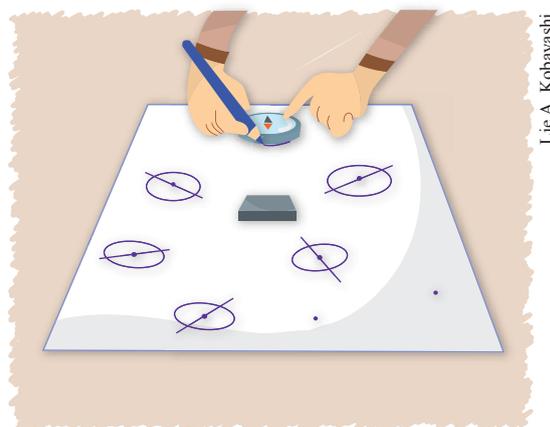
Você vai precisar de: um ímã em forma de barra, uma bússola, um pouco de limalha de ferro e uma folha de papel em branco.

1ª Parte – O que fazer?

Mãos à obra

1. Fixe o papel na carteira ou em uma mesa e coloque o ímã sobre ele.
2. Marque o contorno do ímã no papel. Evite aproximar materiais metálicos para não prejudicar suas observações.
3. Em seguida, aproxime a bússola do ímã até que ela sofra a ação do campo (aproximadamente 10 cm do ímã).
4. Marque a direção da agulha da bússola.
5. Repita esse procedimento para cerca de dez pontos diferentes, procurando atingir toda a área ao redor do ímã.

Para uma melhor observação, deixe a bússola no mínimo a uma distância de dois a três centímetros do ímã.



Lie A. Kobayashi

Figura 2.

Responda:

1. É possível, para cada ponto que você tomou, traçar mais de uma direção da agulha da bússola?
2. Com base nas observações feitas, você consegue prever a direção da agulha em outros pontos sem fazer novas medidas? Coloque a bússola sobre um desses pontos e veja se sua previsão está correta.

2ª Parte – O que fazer?

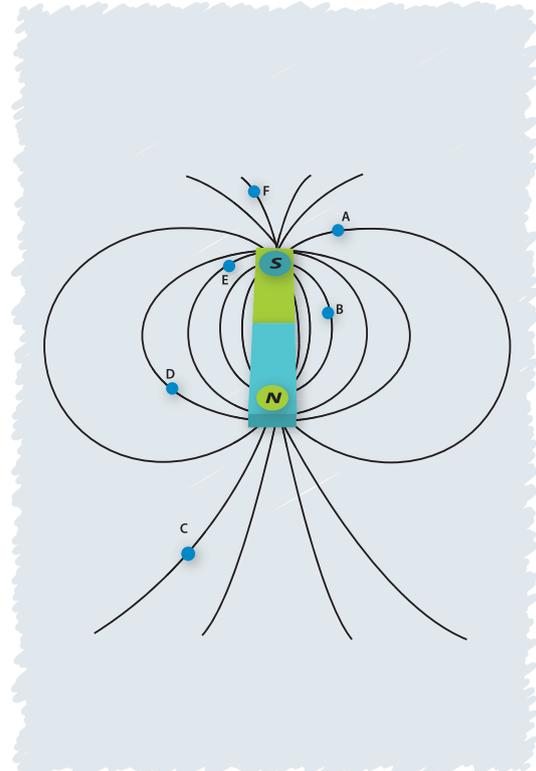
1. Agora coloque sobre a mesa um ímã em forma de barra.
2. Cubra-o com uma folha de papel ofício e espalhe sobre ela um pouco de limalha de ferro. A limalha deve ser espalhada de forma uniforme sobre o papel.
3. Desenhe a figura que apareceu sobre a folha de papel.



4. Repita os procedimentos anteriores com um ímã circular e desenhe a figura que aparece com as limalhas de ferro.

Responda:

1. Que relação existe entre as direções que foram traçadas com a bússola e as figuras representadas na última parte?
2. Conhecidas as linhas de campo com a utilização da limalha, é possível determinar a direção que assumiria a agulha da bússola?
3. É possível determinar o polo norte e o polo sul do ímã?
4. Marque na figura a direção da agulha da bússola em cada ponto.
5. No final, faça uma síntese das suas observações, procurando destacar suas conclusões sobre o que foi observado.



Lie A. Kobayashi

Figura 3.

Encaminhando a ação

Encaminhe a discussão da primeira parte proposta no roteiro de forma que os alunos possam perceber que, em cada ponto do espaço, a agulha da bússola aponta em determinada direção (para cada ponto existe somente uma direção) e ainda que a determinação dessa direção é importante para compreender a interação magnética.

Na segunda parte, encaminhe a discussão de forma a caracterizar a natureza vetorial do campo eletromagnético. Os alunos devem compreender que as linhas do campo são uma forma de representação que permite analisar qualitativamente a sua intensidade e localizar os polos magnéticos do ímã. Mostre que a representação do campo pode ser feita de diver-

sas maneiras: numa das figuras anteriores, recorreu-se a uma fotografia de limalha de ferro lançada nas proximidades de um ímã. Pode-se utilizar também *pontilhamento* e *sombreamento*. As funções matemáticas também são muito úteis. Nesse último caso, as expressões que representam o campo magnético de um ímã de barra são muito complexas e não precisam ser abordadas neste momento.

Esta é uma boa oportunidade para se discutir o modelo microscópico e explicar a origem do campo magnético do ímã. Em **Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno**, há sugestões de material para essa discussão.

Faça uma relação com o campo magnético da Terra, mostrando que ela é equiva-



lente a um grande ímã, sendo possível, com o auxílio da bússola, determinar seus polos magnéticos. Enfatize que os polos magnéticos da Terra **não** coincidem com os polos geográficos.

Lie A. Kobayashi

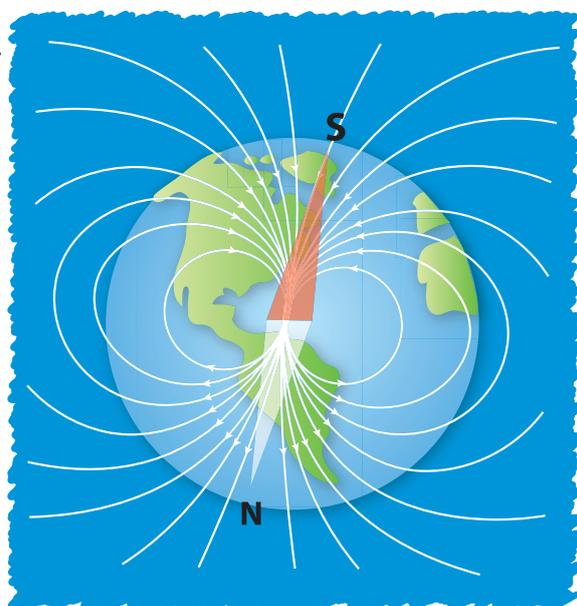


Figura 4 – Campo magnético da Terra.

Ao discutir o campo magnético da Terra, é interessante salientar a sua intensidade, mostrando o que aconteceria se o campo terrestre fosse tão intenso quanto o de um pequeno ímã. Problematize o fato de que não se pode encostar cartões de banco, disquetes, *pen dri-*

ves, fitas cassetes e outros objetos que armazenam informações em ímãs, pois há risco de perder as informações. Pode-se concluir que, devido à baixa intensidade do campo magnético terrestre, é possível armazenar informações sem correr o risco de perdê-las.

É importante também que os alunos compreendam que o campo magnético, tanto do ímã quanto da Terra, é tridimensional. Para demonstrar isso, você poderá usar uma garrafa PET cheia de água com um pouco de limalha de ferro. Balance a garrafa para espalhar a limalha e, em seguida, coloque um ímã nas proximidades da garrafa. Nesse caso, um ímã circular irá fornecer melhores resultados. Os estudantes poderão ver as linhas de campo tridimensionais ser formadas no interior da garrafa. O efeito fica mais acentuado se for usado detergente em vez de água.

Caso haja tempo, seria interessante propor aos estudantes novas figuras de campos magnéticos para que eles possam fazer estimativas de suas intensidades e determinar seus polos magnéticos. Para o enriquecimento da discussão, pode-se buscar ímãs em lojas de informática e equipamentos eletrônicos para serem “mapeados”, como foi feito na Situação de Aprendizagem. Alguns ímãs podem também auxiliar a realizar uma atividade sobre a inexistência de monopolos magnéticos.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 2 CAMPO MAGNÉTICO DE UMA CORRENTE ELÉTRICA

Esta Situação de Aprendizagem tem como objetivo o reconhecimento dos efeitos magnéticos da corrente elétrica, com a posterior introdução do modelo microscópico da matéria para explicar a origem do magnetismo. A ideia é mostrar a deflexão da agulha de uma

bússola quando um fio metálico é percorrido por corrente elétrica (a experiência de Oersted). Depois de terem reconhecido essa influência, introduz-se a ideia da unificação dos fenômenos elétricos e magnéticos em uma teoria única, a do eletromagnetismo.



Tempo previsto: 3 aulas.

Conteúdos e temas: campo magnético de uma corrente elétrica e suas características.

Competências e habilidades: reconhecer e utilizar adequadamente símbolos, códigos e representações geométricas da linguagem científica em situações que envolvem corrente elétrica e campo magnético; utilizar linguagem escrita para relatar experimentos e questões que evidenciam a relação entre carga em movimento e campo magnético; identificar, estabelecer relações e regularidades em fenômenos eletromagnéticos; utilizar procedimentos e instrumentos de observação, representar resultados experimentais, elaborar hipóteses e interpretar resultados em situações que envolvam interações entre corrente elétrica e campo magnético.

Estratégias: realização de atividades experimentais em grupo; leitura do guia de execução dos experimentos; elaboração de hipóteses de trabalho; análise dos resultados e discussão com a classe.

Recursos: roteiro de atividade para discussão em grupo.

Material experimental: bússola, limalha de ferro, folha de papel em branco, pedaço de plástico rígido, pilha, fios de conexão e pedaço de fio metálico rígido.

Avaliação: deve ser realizada levando em conta as respostas dadas pelos alunos às questões, a resolução de exercícios, o relatório de síntese final e 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

Para iniciar a discussão sobre a relação entre eletricidade e magnetismo, reproduza a tabela a seguir no quadro-negro:

	Eletricidade	Magnetismo
Atração de objetos a certa distância	<i>SIM</i>	<i>SIM</i>
Apresenta situações de atração e de repulsão	<i>SIM</i>	<i>SIM</i>
Pode ocorrer quando atritado	<i>SIM</i>	<i>NÃO</i>
Pode causar choques	<i>SIM</i>	<i>NÃO</i>
Atrai apenas um reduzido número de metais	<i>NÃO</i>	<i>SIM</i>
Pode ser usado para orientação geográfica	<i>NÃO</i>	<i>SIM</i>

Tabela 1.



Com o auxílio dos alunos, complete a tabela com sim ou não, de modo que eles percebam algumas relações entre a eletricidade e o magnetismo.

A partir da tabela, discuta com os alunos as semelhanças entre a eletricidade e o magnetismo em termos de propriedades da matéria. Pode ser que apareçam poucas sugestões. Por isso, incentive os alunos com questões tais como: *Seria o calor o responsável por originar a eletrização ou magnetismo dos materiais?* (O que não é correto, embora possa ser plausível, visto que muitos corpos podem ser eletrizados pelo atrito, que também aquece.) A ideia é que

essa pergunta acompanhe os alunos ao longo da execução da atividade.

Em seguida, organize grupos de no máximo cinco alunos e entregue o roteiro 2. Auxilie-os na montagem do experimento, observando se os grupos estão realizando o que se pede no roteiro. Uma diferença importante é a inexistência de monopolos magnéticos, ou seja, diferente das cargas $+$ e $-$, os polos N e S não podem existir separadamente. A atividade seguinte, do campo produzido por corrente elétrica, mostrará como o N e o S “surtem juntos” e nunca separadamente.

Roteiro 2 – Campo magnético de uma corrente elétrica

Você já notou que a eletricidade e o magnetismo têm muito em comum? Corpos eletrizados e magnetizados podem gerar atração e repulsão. Em ambos os casos, essa interação ocorre à distância. Será que existem outras semelhanças entre ambos? Para ajudá-lo a responder a essas questões, desenvolva a seguinte atividade, anotando em seu caderno suas observações.

Materiais

Você vai precisar de: uma bússola, pilha grande de 1,5 V, um pouco de limalha de ferro, folha de papel, cartolina ou pedaço de plástico rígido para apoio, compasso, um pedaço de fio metálico rígido, fios para conexão (opcional). Veja a figura do arranjo experimental.

1ª Parte – O que fazer?

Mãos à obra

Passo 1 - Prenda ou apoie uma cartolina ou pedaço de plástico em um suporte,

de tal maneira que ela fique na horizontal.

Passo 2 - Faça um furo na cartolina e passe um fio condutor por ele, de modo que fique perpendicular à superfície da cartolina, ou seja, na vertical.

Passo 3 - Pegue uma folha de papel e coloque sobre o apoio (cartolina ou plástico).

Passo 4 - Marque vários pontos próximos ao fio, formando um círculo de aproximadamente 3 cm. Caso a bússola tenha mais de 3 cm, faça as marcações com uma distância maior, de tal maneira que a bússola não encoste no fio. Veja a sugestão de montagem na figura 5 a seguir.

Passo 5 - Em seguida, com a pilha desconectada, mapeie o entorno do fio com uma bússola.

Passo 6 - Coloque-a sobre todos os pontos marcados, anotando a direção da agulha.



Responda:

1. Como se orienta a agulha da bússola em relação ao fio? Desenhe em seu caderno a orientação da agulha em cada ponto, indicando os polos **norte** e **sul**.



Figura 5.

2ª Parte – O que fazer?

- Passo 1** - Conecte os terminais do fio a uma pilha e refaça o procedimento anterior, anotando a direção da agulha da bússola.

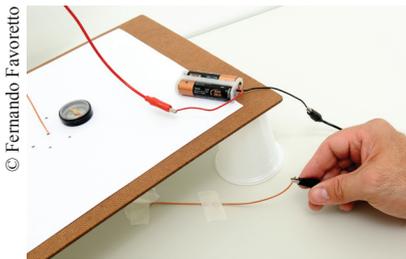


Figura 6.

- Passo 2** - Faça um desenho indicando a orientação da agulha da bússola em cada ponto. Não deixe de indicar os polos **norte** e **sul** da bússola.

Responda:

1. A orientação da agulha permaneceu a mesma nos dois casos?

3ª Parte – O que fazer?

- Passo 1** - Retire o papel e trace circunferências com auxílio de um compasso. As circunferências terão o centro no furo, passando por cada ponto em que foi colocada a bússola.

- Passo 2** - Recoloque o papel no suporte e espalhe um pouco de limalha de ferro sobre ele.

- Passo 3** - Em seguida, ligue os terminais do fio à pilha.

- Passo 4** - Dê leves petelecos no papel de modo a movimentar um pouco a limalha.

- Passo 5** - Observe o que ocorre com a limalha de ferro.

- Passo 6** - Faça o desenho da figura que aparece.

- Passo 7** - Compare essa figura com a da Situação de Aprendizagem 1, relacionada com as limalhas de ferro.

Responda:

1. A partir dessa comparação, o que você consegue concluir sobre a passagem da corrente elétrica pelo fio?
2. O que você prevê que irá ocorrer se a corrente elétrica que percorre o fio for mais intensa?
3. Se a bússola for colocada a distâncias cada vez maiores em relação ao fio, o que irá ocorrer com a orientação da agulha da bússola?
4. Podemos dizer que a intensidade do campo magnético é a mesma em todos os pontos?



5. Quais são as grandezas que influenciam na intensidade do campo magnético nesse caso?

Ao final da atividade, escreva um relatório sintetizando suas observações e conclusões.

Encaminhando a ação

Depois de terminarem a primeira parte do roteiro (nesse caso é somente a montagem do experimento), discuta com eles a primeira questão, direcionando a discussão para a presença do campo magnético da Terra. Indique que não há diferença da orientação da agulha nos diversos pontos, justamente devido à presença do campo magnético terrestre (isso indica uma direção privilegiada da agulha, devido ao campo magnético da Terra). Aqui, é possível fazer uma discussão pautada na orientação a partir do campo magnético e do uso da bússola.

Oriente os alunos para executarem a segunda parte do roteiro, ou seja, ligar os terminais do fio à pilha, observando a orientação da agulha da bússola.

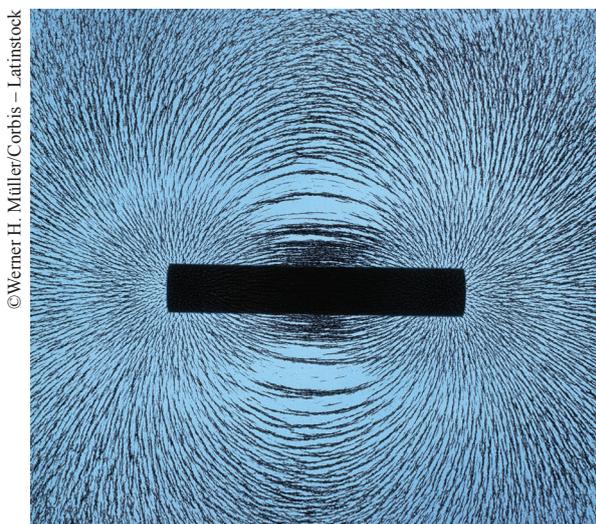


Figura 7 – A figura apresenta linhas de campo magnético de um ímã em barra, evidenciadas pela existência de limalha de ferro.

Antes de iniciar qualquer discussão, oriente-os para os passos seguintes da atividade, fazendo as observações e respondendo às questões. A partir das respostas e das observações, inicie a discussão, buscando formalizar as observações dos alunos.

Primeiro eles devem compreender que a passagem da corrente elétrica por um fio condutor causa efeito similar ao de um ímã, pois a corrente modifica a direção da agulha da bússola (isso pode ser feito comparando-se as observações da primeira atividade com as da segunda). Depois, explore o resultado da atividade, de modo que eles entendam que as linhas de campo geradas pelo fio são circulares e o campo magnético em cada ponto é tangente à curva (os desenhos da orientação da agulha da bússola devem ter mostrado isso).

Enfatize que a bússola em posições opostas ao fio apresenta orientações contrárias, o que reforça que as linhas de campo são circulares ao fio. E, por último, que a intensidade do campo criado pela passagem da corrente depende da corrente e da distância do fio ao ponto analisado. Para isso, é importante que eles tenham percebido que, quanto mais próximo do fio, mais as orientações da agulha da bússola aproximam-se de tangentes às circunferências.

Depois do desenvolvimento da atividade, é possível formalizar a discussão que a segue, apresentando a expressão matemática do campo magnético em torno do fio e discutindo a lei de Ampère e a “regra da mão direita”. Qualitativamente, a lei de Ampère diz que um fio percorrido por corrente cria em torno de si um campo magnético, cujo sentido depende



do sentido da corrente, utilizando a regra da mão direita, ilustrada na Figura 8. Quantitativamente, essa lei mostra que a intensidade do campo magnético em dado ponto do espaço é proporcional à intensidade da corrente que o cria, da distância do ponto ao fio e do meio material. No caso de um fio condutor retilíneo,

o módulo é dado por $B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2\pi \cdot d}$, onde

i é a intensidade da corrente, d é a distância do ponto ao fio, μ_0 é a permeabilidade do vácuo e vale $4\pi \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$. A partir da expressão

geral da lei de Ampère, apresente e discuta a expressão para o cálculo do campo magnético em três situações: o campo de um fio condutor retilíneo, no centro de uma espira circular e no interior de um solenoide.

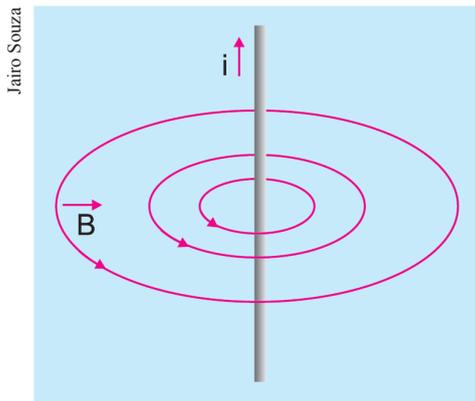


Figura 8.

Introduza as duas unidades de medida do campo magnético e a relação entre elas, **Gauss** [G] e **Tesla** [T] ($1 \text{ G} = 10^{-4} \text{ T}$).

Finalizada a Situação de Aprendizagem, pode-se discutir o modelo microscópico da matéria para explicar a origem do campo magnético do ímã e da corrente elétrica. Se for possível, faça demonstrações do campo magnético de bobinas e espiras percorridas por corrente elétrica. Mostre que o campo da bobina é similar àquele de um ímã em forma de barra. Com isso, os alunos poderão perceber que tanto o ímã como a corrente têm efeitos magnéticos. A ideia seguinte é tentar unificar essas duas fontes de campo magnético, com a introdução do modelo microscópico da matéria e a noção de dipolo magnético.

Depois de feita a discussão e a formalização da lei de Ampère, proponha alguns problemas e questões (que podem ser encontrados em livros didáticos de Física) para os alunos resolverem e discutirem seus resultados, inclusive as unidades de medidas.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3, GERANDO ELETRICIDADE COM UM ÍMÃ

Esta Situação de Aprendizagem tem por objetivo completar as relações entre eletricidade e magnetismo, mostrando que, de maneira inversa à observada nas Situações de Aprendizagem anteriores, é possível gerar corrente elétrica a partir de um campo magnético. Essa é também uma boa oportunidade

para iniciar a discussão sobre a produção de energia elétrica, que será aprofundada no próximo tópico. A proposta é pedir aos alunos que construam um circuito, de tal maneira que seja possível acender um *led* a partir da movimentação de um ímã nas vizinhanças de seu circuito.



Tempo previsto: 2 aulas.

Conteúdos e temas: fluxo do campo magnético; corrente elétrica estabelecida pela variação do fluxo do campo magnético; corrente elétrica estabelecendo campo magnético.

Competências e habilidades: reconhecer e utilizar adequadamente símbolos, códigos e representações geométricas da linguagem científica em situações que envolvem fenômenos eletromagnéticos; relatar por meio de linguagem escrita experimentos e questões relativos à identificação da relação entre campo magnético e campo elétrico; identificar fenômenos eletromagnéticos, estabelecer relações e identificar regularidades; utilizar procedimentos e instrumentos de observação, representar resultados experimentais, elaborar hipóteses e interpretar resultados em situações que envolvem fenômenos eletromagnéticos.

Estratégias: realização de atividades experimentais em grupo; leitura do guia de execução dos experimentos; elaboração de hipóteses de trabalho; análise dos resultados e discussão com a classe.

Recursos: roteiro de atividade para discussão em grupo; material experimental.

Avaliação: deve ser realizada levando em consideração as questões entregues pelos alunos, a resolução de exercícios, o texto de relato final e também a participação e o envolvimento no desenvolvimento da atividade.

Roteiro 3 – Gerando energia elétrica com um ímã

Você já se imaginou acendendo uma lâmpada utilizando um ímã?

Vamos montar um pequeno circuito como o da Figura 9, para ver como isso poderia ser possível.

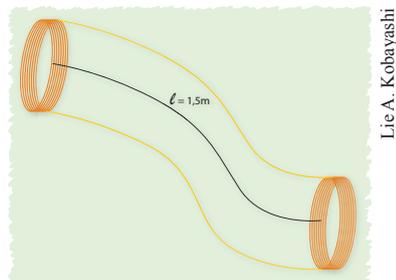


Figura 9.

Materiais

Você vai precisar de aproximadamente 8 m de fio de cobre esmaltado rígido nº 25, ímã em forma de barra e uma bússola.

O que fazer?

Mãos à obra

Passo 1 - Enrole cerca de 2,5 m do fio de cobre em forma circular de modo que a bússola possa ficar no seu interior.

Passo 2 - Repita a operação, formando uma segunda espira circular.



Passo 3 - Com o restante do fio, ligue as duas bobinas, deixando cerca de 1,5 m de fio separando-as.

Importante: Lembre-se de “descascar” o esmalte do fio no momento de fazer as conexões.

Passo 4 - Coloque, no meio de uma das bobinas, uma bússola, deixando a sua agulha alinhada com as espiras da bobina. Veja a Figura 10.

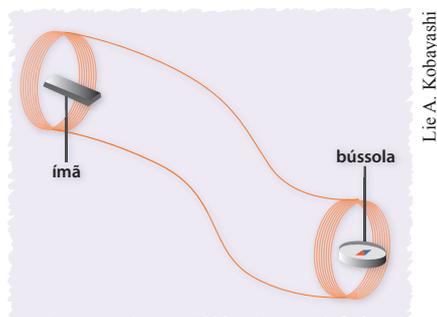


Figura 10.

Agora, faça um movimento periódico de vai e vem com o ímã no centro da outra bobina e responda:

1. O que você observa com a agulha da bússola quando o ímã é movimentado na outra bobina?

2. Ao aproximar o ímã da bobina, a agulha é desviada do mesmo modo que no afastamento?

Para responder a essa questão, faça primeiro o movimento de aproximação do ímã e observe a agulha, depois faça o afastamento.

Agora, deixe o ímã parado e aproxime a bobina dele. Observe o que ocorre com a agulha da bússola. Faça o mesmo procedimento, só que afastando a bobina do ímã. Cuidado para não mexer a parte que está com a bússola. Fazendo um movimento de pequena amplitude, responda:

3. A agulha desviou com o movimento da bobina?

4. O efeito causado com a movimentação da bobina é o mesmo que o causado pelo movimento do ímã?

5. Como você poderia explicar o desvio da agulha da bússola?

6. Se você aumentasse a frequência do movimento, o que ocorreria com a deflexão da agulha da bússola?

Ao final, escreva um texto relatando suas observações e conclusões.

Encaminhando a ação

Depois de discutir a passagem de uma corrente elétrica por um fio condutor gerando um campo magnético, proponha a seguinte questão: *Será que um campo magnético poderá gerar uma corrente elétrica? Se isso for verdade, poderemos então acender uma pequena lâmpada (led)?* Essas duas questões instigarão

os alunos a pensar sobre a geração de energia elétrica.

A partir dessa discussão inicial, oriente os alunos para se reunirem em grupos (de no máximo cinco) e realizarem a Situação de Aprendizagem 3. Você deve auxiliar os alunos na montagem do experimento, encaminhando-os, em seguida, para a resposta das questões.



Depois, retome a discussão com base nas respostas de cada grupo, pautada na relação entre a movimentação do ímã ou da bobina e a geração da corrente elétrica, que nesse caso recebe o nome de *corrente induzida*. É importante destacar a movimentação do ímã para a geração da corrente induzida, mostrando que o ímã parado não induz corrente.

Retome as respostas dos alunos para iniciar uma discussão sobre a possível comprovação da passagem da corrente elétrica no fio. É importante que eles possam variar a movimentação do ímã para perceber que esse movimento influencia na intensidade da corrente elétrica. Caso seja possível, leve outros ímãs com intensidades diferentes (o ímã de disco rígido de computador tem intensidade muito grande e o ímã de geladeira tem intensidade muito pequena), para que possam perceber que a intensidade do ímã também influencia na corrente.

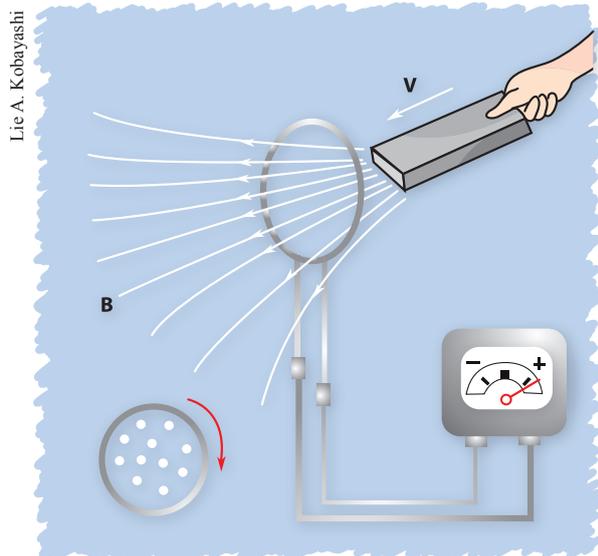


Figura 11 - Corrente induzida na bobina fechada devido à variação do fluxo do campo magnético.

A partir da realização da atividade, a ideia de que um campo magnético variado gera uma corrente elétrica está latente, sendo possível, neste momento, formalizar as observações e discussões feitas até agora.

Em seguida, apresente a formalização das relações observadas, sistematizadas pelas leis de Faraday e pela lei de Lenz, que relacionam a corrente elétrica com a variação do fluxo do campo magnético. Isso pode ser feito apenas qualitativamente, ou seja, mostrando que o funcionamento de um dínamo (ou motor elétrico, daqueles pequenos que equipam os carrinhos movidos a pilhas) ilustra um caso particular da lei de Faraday, segundo a qual uma corrente elétrica é induzida num circuito fechado sempre que houver variação de um campo magnético na região. Já a lei de Lenz permite conhecer o sentido dessa corrente induzida, que é tal que o campo magnético criado por ela se opõe à causa que lhe deu origem. Procure apresentar e discutir exemplos diversificados para que os alunos façam previsões e obtenham o sentido da corrente em diferentes situações.

Caso haja tempo, complemente a Situação de Aprendizagem 3, utilizando um *led*¹ ou um medidor de eletricidade (um multímetro) para se verificar a presença (*led*) ou medir a intensidade da tensão (multímetro). Para isso, insira no circuito o *led* ou o multímetro, que devem ser ligados nas extremidades do fio que antes estava preso em uma das bobinas.

Ao final da discussão sobre a geração de corrente elétrica pela variação do fluxo do campo magnético, você pode sugerir problemas, questões e novos experimentos para os alunos realizarem tanto na classe quanto em casa.

¹ Neste caso, deve-se utilizar o *led* de luz branca, encontrado em lojas de componentes eletrônicos. A voltagem do *led* varia de acordo com a voltagem da bateria utilizada. Se ela for de 9V, por exemplo, o *led* deve ter 9V.

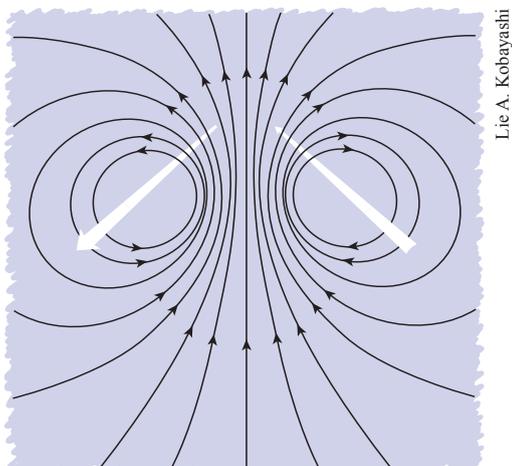


GRADE DE AVALIAÇÃO

	Competências e habilidades	Indicadores de Aprendizagem
Situação de Aprendizagem 1	<ul style="list-style-type: none"> – Reconhecer e utilizar adequadamente símbolos, códigos e representações geométricas da linguagem científica no estudo de campos magnéticos e suas fontes. – Elaborar relatos de experimentos e questões relativos à identificação das características dos campos magnéticos. – Identificar fenômenos naturais, estabelecer relações e identificar regularidades em fenômenos que envolvem magnetismo. – Utilizar procedimentos e instrumentos de observação, representar resultados experimentais, elaborar hipóteses e interpretar resultados em experimentos que envolvam campo magnético. 	<ul style="list-style-type: none"> – Formular hipóteses sobre a direção do campo magnético em um ponto ou região do espaço, utilizando informações de outros pontos ou regiões. – Sistematizar informações obtidas experimentalmente sobre o campo magnético de um ímã. – Identificar as linhas do campo magnético gerado por um ímã por meio das figuras desenhadas por limalhas de ferro. – Reconhecer os polos magnéticos de um ímã por meio das figuras desenhadas por limalhas de ferro ou por linhas, traços ou pontos. – Representar o campo magnético de um ímã utilizando linguagem icônica de pontos, traços ou linhas.
Situação de Aprendizagem 2	<ul style="list-style-type: none"> – Reconhecer e utilizar adequadamente símbolos, códigos e representações geométricas da linguagem científica em situações que envolvem corrente elétrica e campo magnético. – Elaborar escritas para relatar experimentos e questões que evidenciam a relação entre carga em movimento e campo magnético. – Identificar fenômenos eletromagnéticos, estabelecer relações e identificar regularidades. – Utilizar procedimentos e instrumentos de observação, representar resultados experimentais, elaborar hipóteses e interpretar resultados em situações que envolvem corrente elétrica e campo magnético. 	<ul style="list-style-type: none"> – Executar experimentos com procedimentos adequados na verificação da relação entre corrente elétrica e campo magnético. – Reconhecer que cargas em movimento geram campo magnético. – Identificar a relação entre a corrente elétrica e o campo magnético correspondente em termos de intensidade, direção e sentido. – Reconhecer e representar o campo magnético por meio de pontos, traços ou linhas.
Situação de Aprendizagem 3	<ul style="list-style-type: none"> – Reconhecer e utilizar adequadamente símbolos, códigos e representações geométricas da linguagem científica em situações que envolvem fenômenos eletromagnéticos. – Elaborar relatos de experimentos e questões relativos à identificação da relação entre campo magnético e campo elétrico. – Identificar fenômenos eletromagnéticos, estabelecer relações e identificar regularidades. – Utilizar procedimentos e instrumentos de observação, representar resultados experimentais, elaborar hipóteses e interpretar resultados em situações que envolvem fenômenos eletromagnéticos. 	<ul style="list-style-type: none"> – Executar experimentos com procedimentos adequados na verificação da relação entre corrente elétrica e campo magnético. – Reconhecer que cargas em movimento geram campo magnético. – Identificar a relação entre a corrente elétrica e o campo magnético correspondente em termos de intensidade, direção e sentido. – Reconhecer e representar o campo magnético por meio de pontos, traços ou linhas.

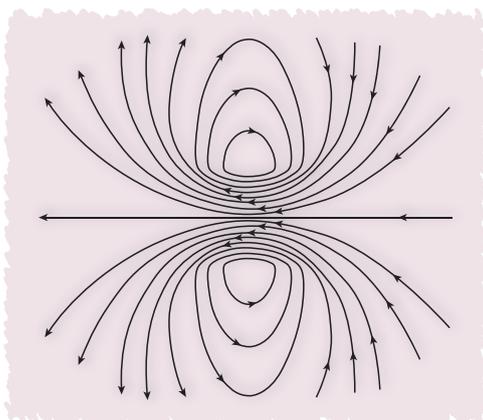
PROPOSTAS DE QUESTÕES PARA APLICAÇÃO EM AVALIAÇÃO

1. Cada uma das figuras A e B representa a configuração das linhas de um campo magnético.



Lie A. Kobayashi

Figura A.



Lie A. Kobayashi

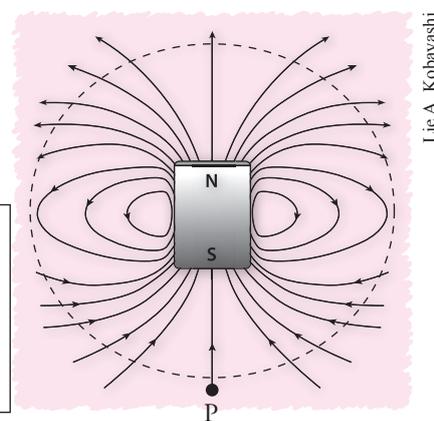
Figura B.

- a) Em cada uma das figuras, analise as linhas do campo magnético e complete a representação desenhando a(s) fonte(s) responsável(is) pela configuração.
- b) Justifique a resposta anterior, indicando as particularidades das linhas de campo que as levaram à identificação das fontes.

A Figura A corresponde às linhas do campo magnético estabelecido por dois fios com corrente elétrica, localizados no ponto central de cada circunferência e atravessando perpendicularmente a folha de papel. As correntes têm sentidos opostos, e o fio situado à direita tem sentido da corrente entrando na folha do papel.

A Figura B corresponde às linhas do campo magnético de um ímã. Também é correto se o aluno inserir um solenoide, pois o campo de ímã é semelhante ao de um solenoide. Dentro do ímã, as linhas de campo vão do polo sul para o polo norte.

2. Fuvest 2006 – Sobre uma mesa plana e horizontal, é colocado um ímã em forma de barra, representado na figura, visto de cima, juntamente com algumas linhas de seu campo magnético. Uma pequena bússola é deslocada, lentamente, sobre a mesa, a partir do ponto P, realizando uma volta circular completa em torno do ímã. Ao final desse movimento, a agulha da bússola terá completado, em torno de seu próprio eixo, um número de voltas igual a



Lie A. Kobayashi

Nessas condições desconsidere o campo magnético da Terra.

- a) 1/4 de volta.
- b) 1/2 de volta.
- c) 1 volta completa.
- d) 2 voltas completas.**
- e) 4 voltas completas.

Duas voltas completas, alternativa d.
Lembre-se que a direção da agulha deve ser sempre tangente à linha do campo magnético, alinhando com o sentido da linha força local.

3. Fuvest 2001 – Três fios verticais e muito longos atravessam uma superfície plana e horizontal, nos vértices de um triângulo isósceles, como na Figura A desenhada no plano. Por dois deles (●), passa uma mesma corrente que sai do plano do papel, e, pelo terceiro (X), uma corrente que entra nesse plano. Desprezando-se os efeitos do campo magnético terrestre, a direção da agulha de uma bússola, colocada equidistante deles, seria melhor representada pela reta:

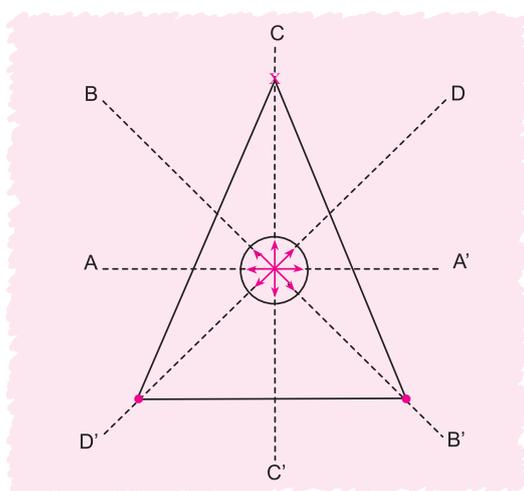


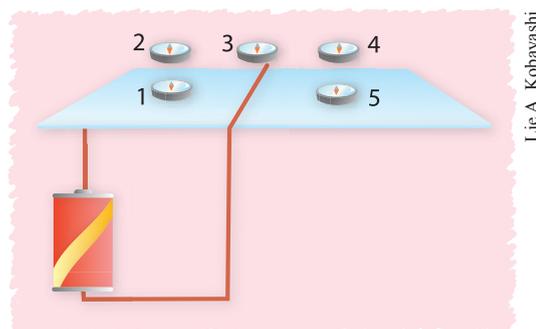
Figura A.

Lie A. Kobayashi

- a) AA'**
- b) BB'
- c) CC'
- d) DD'
- e) perpendicular ao plano do papel

O campo relacionado ao ponto próximo a B' tem direção BB' e sentido para B. O campo relacionado ao ponto próximo a D' tem direção DD' e sentido pra D'. A resultante desses dois campos será na direção AA' e com sentido para A. O campo relacionado ao ponto próximo a C tem direção AA' e sentido para A. Portanto a resultante total, que representa o campo magnético no ponto onde a bússola foi colocada, terá direção AA' e sentido para A.

4. Fuvest 2000 – Apoiado sobre uma mesa observa-se o trecho de um fio longo, ligado a uma bateria. Cinco bússolas são colocadas próximas ao fio, na horizontal, nas seguintes posições: 1 e 5 sobre a mesa; 2, 3 e 4 a alguns centímetros acima da mesa. As agulhas das bússolas só podem mover-se no plano horizontal. Quando não há corrente no fio, todas as agulhas das bússolas permanecem paralelas ao fio. Se passar corrente no fio, será observada deflexão, no plano horizontal, das agulhas das bússolas colocadas somente



Lie A. Kobayashi

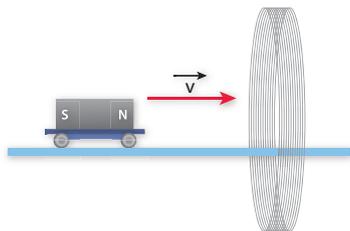


- a) na posição 3.
- b) nas posições 1 e 5.
- c) nas posições 2 e 4.
- d) nas posições 1, 3 e 5.
- e) nas posições 2, 3 e 4.

Como o campo magnético é gerado pela passagem da corrente, ele é circular ao fio. Nos pontos 1 e 5, ele tem a direção perpendicular ao plano da mesa, por isso não consegue fazer a agulha da bússola localizada nestes pontos defletir. Já nos pontos 2, 3 e 4, isso não ocorre, por estarem a uma pequena altura em relação ao fio.

5. Um ímã, preso a um carrinho, desloca-se com velocidade constante ao longo de um trilho horizontal. Envolvendo o trilho, há uma espira metálica, como mostra a figura:

Lie A. Kobayashi



Pode-se afirmar que, na espira, a corrente elétrica

- a) é sempre nula.
- b) existe somente quando o ímã aproxima-se da espira.
- c) existe somente quando o ímã está dentro da espira.

- d) existe somente quando o ímã afasta-se da espira.

- e) existe quando o ímã aproxima-se ou afasta-se da espira.

Quando o ímã se aproxima, há uma variação do fluxo do campo magnético (aumento do fluxo), o que gera uma corrente induzida na espira. Ao passar pela espira, afastando-se dela, o fluxo do campo magnético continua a variar, só que agora diminuindo, gerando uma corrente no sentido contrário de quando o carrinho se aproximava da espira. Por esse motivo, haverá corrente tanto na aproximação quanto no afastamento do ímã.

Grade de correção das questões

A **questão 1** permite ao estudante relacionar as linhas de campo magnético a sua fonte geradora.

A **questão 2** permite ao estudante reconhecer a orientação da agulha da bússola a partir das linhas de campo, avaliando a movimentação da agulha ao ser movimentada ao redor de um ímã.

A **questão 3** habilita o estudante a aplicar a regra da mão direita para a lei de Ampère, avaliando o campo magnético resultante (princípio da superposição).

A **questão 4** permite ao estudante avaliar a aplicação da lei de Ampère, compreendendo as características do campo magnético gerado por uma corrente elétrica.

A **questão 5** permite ao estudante reconhecer o sentido da corrente induzida em uma espira, dependendo do movimento relativo entre o ímã e a espira, por meio da variação do fluxo do campo magnético.



TEMA 2 – MOTORES E GERADORES (PRODUÇÃO DE MOVIMENTO)

Fazemos uso diário ostensivo de inúmeros motores elétricos, em elevadores, liquidificadores, ventiladores e máquinas de lavar. Além disso, e sem clara consciência, ao consumir um alimento, vestir um industrializado ou fazer uso de tecidos, papéis e praticamente qualquer outro produto, estamos nos beneficiando indiretamente de incontáveis outros motores elétricos essenciais em sua produção. Claro que só podemos fazer uso deles, pois muitos geradores estão produzindo a eletricidade necessária em dezenas de hidroelétricas e termoeletricas que energizam nossa rede nacional de distribuição. A compreensão disso também nos alerta para o consumo mais racional de energia.

Apresentação da proposta

Os motores e geradores, portanto, desempenham um papel importante na sociedade

moderna. Reconhecê-los como aplicação dos conceitos do eletromagnetismo ajudará a relacionar os avanços tecnológicos com os avanços da ciência. Assim, será discutido neste tema o funcionamento dos motores e geradores elétricos e seus principais componentes, destacando as transformações de energia envolvidas, como aplicação direta das leis do eletromagnetismo. Para isso, serão desenvolvidas duas Situações de Aprendizagem.

A Situação de Aprendizagem 4 buscará discutir o princípio de funcionamento do motor elétrico, a partir de uma montagem didática. Em seguida, a Situação de Aprendizagem 5 possibilitará a discussão dos princípios dos geradores de eletricidade a partir de um equipamento simples: o dínamo como o que se utiliza em bicicletas.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 4 CONSTRUÍDO UM MOTOR ELÉTRICO²

Esta Situação de Aprendizagem objetiva discutir o funcionamento do motor elétrico como aplicação dos conceitos de campo e força magnética, evidenciando seus principais

elementos e aplicações. Para isso, os alunos deverão montar um pequeno motor elétrico, discutir seus elementos e os princípios de seu funcionamento.

Tempo previsto: 2 aulas.

Conteúdos e temas: motor elétrico: elementos constituintes e funcionamento; transformação de energia elétrica em movimento; campo magnético, força magnética, corrente elétrica e fluxo magnético.

Competências e habilidades: ler e interpretar procedimentos experimentais apresentados em guias de construção de um motor elétrico simples; utilizar procedimentos e instrumentos adequados para realizar experimentos, elaborar hipóteses e interpretar resultados na construção de um motor elétrico simples; identificar em dada situação-problema as informações relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la em situação que envolve construção de motor elétrico simples; relatar por meio de linguagem escrita e oral experimentos e questões relativos à construção de um motor elétrico.

² Adaptado de: *Leituras de Física do Gref – Eletromagnetismo*. n. 14, p. 56. Disponível em <<http://www.if.usp.br/gref/eletromagnetismo.html>>.



Estratégias: montagem e discussão do princípio de funcionamento de um motor elétrico.

Recursos: roteiro da atividade de montagem de um motor elétrico; material experimental.

Avaliação: deve ser realizada a partir da entrega das questões da atividade, da resolução de exercícios e problemas, do relatório de síntese da atividade, além da sua participação na montagem da atividade, o seu envolvimento e a participação nas discussões em grupo e com a sala.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Para iniciar a discussão sobre motores e geradores, é interessante estabelecer uma relação com os conceitos discutidos até aqui sobre o eletromagnetismo. Pode-se iniciar a discussão com as seguintes questões: *Como a eletricidade e o magnetismo são utilizados com finalidades práticas? Você conhece algum equipamento baseado no uso da eletricidade e do magnetismo simultaneamente? Você identifica algumas grandezas físicas estudadas até esse momento com alguma tecnologia presente no cotidiano?* Essas questões poderão incentivar os estudantes a falar sobre alguns conhecimentos práticos que possuem associados ao eletromagnetismo. Se achar conveniente, faça uma lista com as respostas dos

alunos, classifique-as e agrupe-as segundo critérios discutidos conjuntamente.

Em seguida, oriente-os para a montagem do motor elétrico. É importante que todos os estudantes possam participar da montagem. Para isso, separe-os em grupos de no máximo cinco. Dê-lhes um tempo para a execução do roteiro, certificando-se que todos os motores estejam funcionando. Em seguida, acompanhe as respostas às questões propostas. Discuta os conceitos envolvidos no funcionamento do motor elétrico: passagem de corrente elétrica, campo magnético associado ao ímã e movimento relativo entre a espira e o campo magnético.

Roteiro 4 – Construindo um motor elétrico

Pode ser que você já tenha visto um motor elétrico desmontado ou até mesmo funcionando. Mas, talvez, ainda não tenha construído um e nem mesmo estudado os seus princípios de funcionamento.

Então vamos construir um pequeno motor elétrico, buscando discutir seu princípio de funcionamento e os conceitos do eletromagnetismo envolvidos.

Materiais

Você vai precisar de: 90 cm de fio de cobre esmaltado n° 26, duas presilhas metáli-

cas de pastas de arquivo, uma pilha grande, um ímã em barra e um pedaço de madeira.

O que fazer?

Mãos à obra

Passo 1 - Faça uma bobina com o fio esmaltado. Ela pode ser quadrada ou redonda, como mostra a Figura 12.

Passo 2 - Deixe pequenos pedaços, de aproximadamente 5 cm, nas duas extremidades do fio. Eles servirão de eixo de rotação do motor.



Lie A. Kobayashi

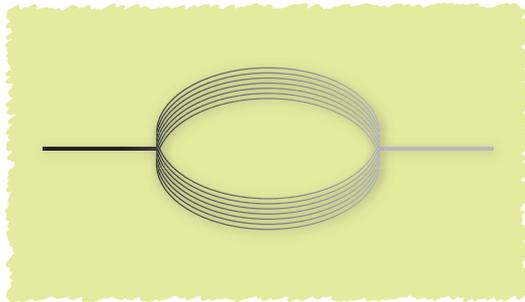


Figura 12.

Passo 3 - Para apoiar a bobina, faça duas hastes com as presilhas de pastas, dando o formato indicado na Figura 13.

Passo 4 - Encaixe as hastes no pedaço de madeira.

Lie A. Kobayashi

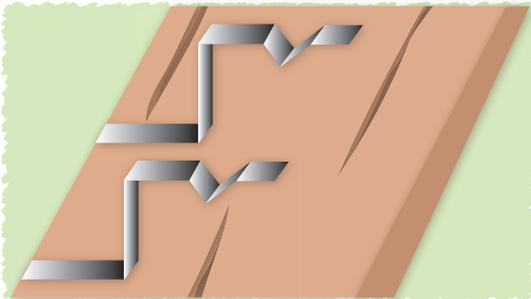


Figura 13.

Passo 5 - A pilha servirá como fonte de energia elétrica, ficando conectada às presilhas (hastes), produzindo corrente na bobina do motor.

Passo 6 - A parte fixa do motor será constituída de um ímã permanente, que será colocado sobre a tábua, conforme indica a Figura 14. Dependendo do ímã utilizado, será necessário usar um pequeno suporte para aproximá-lo da bobina.

Lie A. Kobayashi

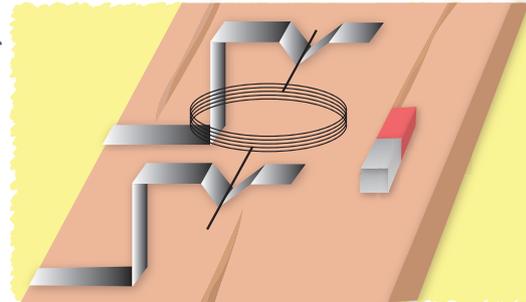


Figura 14.

Passo 7 - Para colocar o motor em funcionamento, não se esqueça de que o verniz do fio da bobina é isolante elétrico. Assim, você deve raspá-lo para que o contato elétrico seja possível. Além disso, em um dos lados você deve raspar só uma parte, deixando o resto intacto ao longo do comprimento.

Dê um pequeno impulso inicial para dar a partida no motor e responda:

1. Retire o ímã da montagem e veja que o motor para. Por que isso acontece?
2. Inverta a posição do ímã, colocando para baixo a parte que estava voltada para cima. O que acontece com o sentido de giro do motor?
3. Inverta a pilha e refaça as ligações. O que acontece com o sentido de giro do motor?
4. Faça uma segunda bobina, porém, dessa vez, raspe integralmente o esmalte das duas pontas livres. Monte-a sobre o suporte. O que acontece? Explique por quê.

Ao final da atividade, descreva as observações e conclusões em um relatório sintético.



Encaminhando a ação

Você pode iniciar a discussão a partir da resposta à questão 1: *Por que o motor para quando o ímã é retirado da montagem?* Essa questão mostra a importância da presença de um campo magnético para que o motor possa funcionar. Em seguida, discuta o que ocorre quando uma corrente percorre um fio, estando este imerso em campo magnético (nesse caso, suposto constante): o aparecimento de uma força sobre o fio proporcional à intensidade da corrente elétrica, do campo magnético e do comprimento do fio; seu módulo é expresso pela equação $F = B \cdot i \cdot l \cdot \sin\theta$, onde \mathbf{B} é a intensidade do campo magnético, i a intensidade da corrente elétrica, l o comprimento do fio, e θ o ângulo formado entre as direções da corrente e do campo magnético. Se quiser, faça uma demonstração usando no suporte apenas um fio dobrado na forma de U. Veja que, neste caso, aparece uma força de origem magnética no fio que o deixa inclinado.

Na discussão sobre a força que passa a atuar sobre o fio, é interessante que possam ser ressaltados três pontos principais: as posições da bobina quando ela está na horizontal, na vertical e em uma posição intermediária entre as duas anteriores. Assim, é possível discutir, além da força, o fluxo do campo magnético, associado à **lei de Lenz**.

Depois da discussão, seria interessante você levar para a sala de aula um pequeno motor elétrico comercial que possa ser desmontado. Compare esse motor com o que foi construído pelos alunos, destacando a maior eficiência ligada ao maior número de bobinas e à posição delas. Destaque o fato de que os motores comerciais não possuem ímãs, mas eletroímãs, ou seja, o campo magnético é produzido pela própria corrente elétrica.

Para completar a discussão sobre a força magnética, discuta também a expressão $F = q \cdot v \cdot B \cdot \sin\theta$, que indica que uma carga elétrica q ao penetrar numa região com campo magnético \mathbf{B} , com uma velocidade \mathbf{v} , sofre a ação de uma força \mathbf{F} que tem sua direção e sentido dado pela regra da mão esquerda (θ é o ângulo formado entre direções da velocidade e do campo magnético).

A ideia de descascar somente parte do fio esmaltado é para que a corrente que percorre o fio e também a bobina (que forma o motor) seja interrompida depois que a bobina passar pela posição vertical, cortando a corrente em um momento em que as forças aplicadas na bobina pudessem levá-la a uma situação de equilíbrio, obtendo dessa maneira um movimento contínuo de rotação. Essa peça no motor real é chamada de *comutador*. Caso o fio seja descascado totalmente, o motor não funcionará corretamente, pois, em dado momento, as forças atuantes na bobina criam uma situação de estabilidade de forma que ela não realizaria rotação.

Depois da realização da atividade, é interessante que os alunos possam compreender quantitativamente o mecanismo de funcionamento dos motores. Para isso, proponha problemas e questões sobre a força magnética e sobre as leis de indução/lei de Lenz aplicadas aos motores elétricos (use o livro didático de sua preferência). Procure selecionar e apresentar problemas que sejam contextualizados e que permitam a interpretação dos fenômenos e aspectos conceituais envolvidos nas atividades sobre motores.

Na realização da próxima atividade, é necessária a utilização de um pequeno gerador (dínamo³). Peça aos alunos que tragam em

³ Pode-se obter dínamos extraídos de lanternas manuais com gatilho, que, ao invés de pilhas, usam o movimento da mão como fonte de energia primária.



uma próxima aula. Eles podem ser obtidos em lojas de bicicletas (ou desmontados de bicicletas antigas), nas quais são usados para

acender faróis. Como nem sempre isso é fácil, sugere-se que você consiga um para demonstração.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 5 ENTENDENDO OS GERADORES ELÉTRICOS

Esta Situação de Aprendizagem tem o intuito de discutir o princípio de funcionamento dos geradores de eletricidade e a ampliação dos conceitos do eletromagnetismo a partir do estudo de um dínamo. O objetivo é fazer o

estudante perceber que o movimento de rotação de uma fonte de campo magnético leva à geração de energia elétrica e, assim, ser capaz de explicar o funcionamento básico de usinas geradoras de eletricidade.

Tempo previsto: 1 aula.

Conteúdos e temas: geradores elétricos, transformação de energia de movimento em eletricidade; força magnética.

Competências e habilidades: ler e interpretar procedimentos experimentais apresentados em guia de estudo de um dínamo; utilizar procedimentos adequados para realizar experimentos, elaborar hipóteses e interpretar resultados em situações de análise de um gerador de eletricidade; identificar em dada situação-problema as informações relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la em situação que envolve análise de um dínamo; relatar por meio de linguagem escrita e oral experimentos e situações relativas ao estudo e ao uso de dinamos.

Estratégias: utilização de um dínamo para discutir os principais elementos e fundamentos dos geradores elétricos.

Recursos: roteiro de atividade; material experimental.

Avaliação: deve ser realizada levando em consideração as questões entregues da atividade, a resolução de problemas e questões quantitativas, a participação na realização da atividade e na discussão em grupo, contribuindo para o enriquecimento da discussão coletiva.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Inicie a discussão perguntando aos alunos se eles já ouviram falar de geradores de eletricidade e como imaginam esse equipa-

mento. Em seguida, proponha a Situação de Aprendizagem 5, orientando-os a responder às questões.



Roteiro 5 – Entendendo os geradores de eletricidade

Você já parou para pensar em como é produzida a energia elétrica que chega à sua casa? Esta atividade analisa os principais elementos e fenômenos eletromagnéticos envolvidos na geração de energia elétrica.

Materiais

Você vai precisar de um dínamo, uma bússola, pedaços de fio e um *led*. O dínamo pode ser um dos usados em faroletes de bicicletas ou em “lanternas de gatilho”.

1ª Parte – O que fazer?

Mãos à obra

Passo 1 - Aproxime a bússola do dínamo pelos diversos lados.

Passo 2 - Observe o que ocorre com a agulha da bússola.

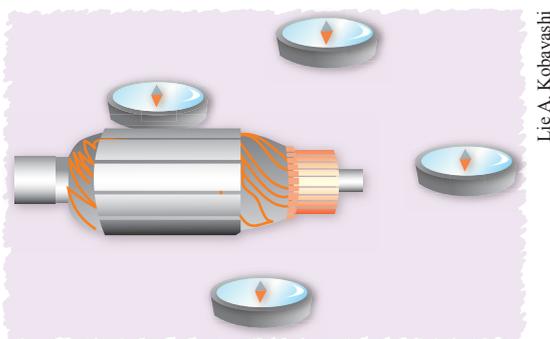


Figura 15.

Passo 3 - Ainda com a bússola próxima do dínamo, comece a girar lentamente o seu eixo.

Passo 4 - Observe novamente o que ocorre com a agulha da bússola.

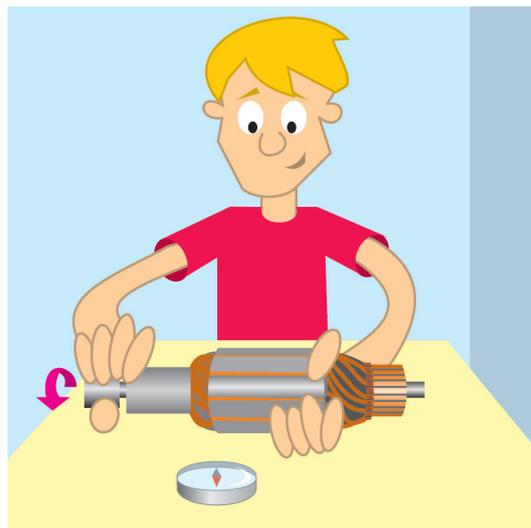


Figura 16.

Responda:

1. O que ocorre com a agulha da bússola sem girar o eixo?
2. O que ocorre com a agulha da bússola com o eixo girando?
3. A partir das suas observações, você consegue dizer o que há dentro do dínamo?

2ª Parte – O que fazer?

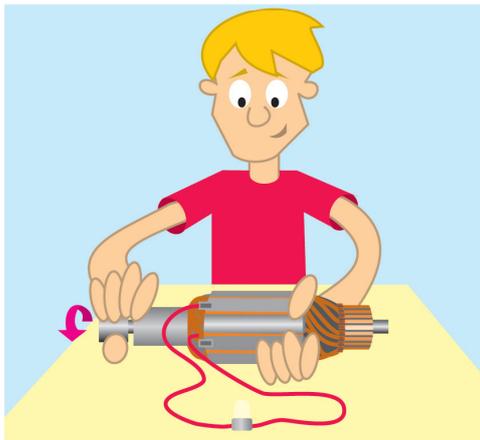
Passo 1 - Agora pegue o *led* e conecte-o aos terminais do dínamo.

Passo 2 - Comece a girar lentamente o eixo do dínamo.

Passo 3 - Vá aumentando a velocidade do giro.

Passo 4 - Observe o que ocorre com o *led*.





Jairo Souza

Figura 17.

Passo 5 - Retire o eixo do dínamo, soltando a porca na ponta do eixo.

Passo 6 - Aproxime o eixo da bússola.

Passo 7 - Observe o que ocorre com a agulha da bússola.

Responda:

1. O que aconteceu com o *led*? Por quê?
2. Ao aproximar o eixo do dínamo da bússola, o que ocorre com a agulha? Poderíamos dizer que o eixo tem o comportamento idêntico a quê?
3. Olhando a parte interna do dínamo, do que ela é constituída?
4. Compare as duas partes do dínamo (eixo e parte interna) com as do motor elétrico. Existe algo similar? O quê? Os dois se comportam da mesma maneira?
5. Qual é a diferença entre o dínamo e o motor?

Encaminhando a ação

Encaminhe a discussão de modo a mostrar o funcionamento do dínamo, enfatizando os seus componentes, comparando-os com os do motor elétrico. É importante que os estudantes percebam as semelhanças e as diferenças entre os dois equipamentos: ambos possuem ímã e espiras; no motor, a eletricidade é transformada em movimento; no dínamo, o movimento é transformado em eletricidade.

Atualmente, existem lanternas com um dínamo em seu interior para carregar as baterias, por meio de movimentos da mão. Na falta do dínamo de bicicleta, a mesma atividade poderá ser realizada com essa lanterna.

É importante que você possa fazer a discussão pautada nas leis do eletromagnetismo,

principalmente na lei de Faraday, relacionando o número de espiras da bobina com a energia elétrica gerada. Para essa discussão, poderão ser utilizados textos que se encontram em livros didáticos ou uma das referências dos **Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno**.

A partir dessa discussão, você pode extrapolar a explicação para outros tipos de geradores, como aqueles presentes em usinas de geração de eletricidade (hidrelétricas, termelétricas e outras), mostrando que o princípio de funcionamento é similar ao do dínamo.

Não deixe de formalizar as questões respondidas pelos alunos. Isso fará com que eles compreendam melhor o princípio de funcionamento dos geradores e as semelhanças e diferenças em relação ao motor.

É importante que os estudantes não fiquem apenas nas discussões qualitativas. Para isso, proponha problemas e questões quantitativas relacionadas aos princípios, conceitos e leis envolvidos no uso de dínamos, geradores e transformadores. Utilize os livros didáticos adotados em sua escola para localizar

questões que possam ser trabalhadas com a turma. Contudo, procure trabalhar questões que privilegiem o raciocínio e sejam contextualizadas, para que assim se tornem mais instigantes e com maior significado para os estudantes.

GRADE DE AVALIAÇÃO

	Competências e habilidades	Indicadores de Aprendizagem
Situação de Aprendizagem 4	<ul style="list-style-type: none"> – Ler e interpretar procedimentos experimentais apresentados em guias de construção de um motor elétrico bastante simples. – Utilizar procedimentos e instrumentos adequados para realizar experimentos, elaborar hipóteses e interpretar resultados em situações que envolvem a construção de um motor elétrico simples. – Identificar em dada situação-problema as informações relevantes e as possíveis estratégias para resolvê-la em situação que envolve construção de um motor elétrico simples. – Elaborar relatos de experimentos e questões relativas à construção de motor elétrico. 	<ul style="list-style-type: none"> – Executar experimentos com procedimentos adequados na construção de um motor elétrico simples. – Identificar os elementos constituintes de um motor elétrico simples e os correspondentes fenômenos e interações eletromagnéticos. – Interpretar resultados não esperados e elaborar hipóteses em situações que envolvem funcionamento de um motor elétrico simples.
Situação de Aprendizagem 5	<ul style="list-style-type: none"> – Ler e interpretar procedimentos experimentais apresentados em guia de estudo de um dínamo. – Utilizar procedimentos adequados para realizar experimentos, elaborar hipóteses e interpretar resultados em situações de análise de um gerador de eletricidade. – Identificar em dada situação-problema as informações relevantes e as possíveis estratégias para resolvê-la em situação que envolve análise de um dínamo. – Elaborar relatos de experimentos e questões relativas ao estudo de um dínamo. 	<ul style="list-style-type: none"> – Executar experimentos com procedimentos adequados na análise do funcionamento de um dínamo. – Identificar os elementos constituintes de um gerador simples e os correspondentes fenômenos e interações eletromagnéticos. – Interpretar resultados não esperados e elaborar hipóteses em situações que envolvem funcionamento de um gerador simples. – Compreender a relação entre os números de espiras da bobina e a energia gerada, bem como a relação entre a velocidade de rotação e a intensidade da corrente elétrica.

PROPOSTAS DE QUESTÕES PARA APLICAÇÃO EM AVALIAÇÃO

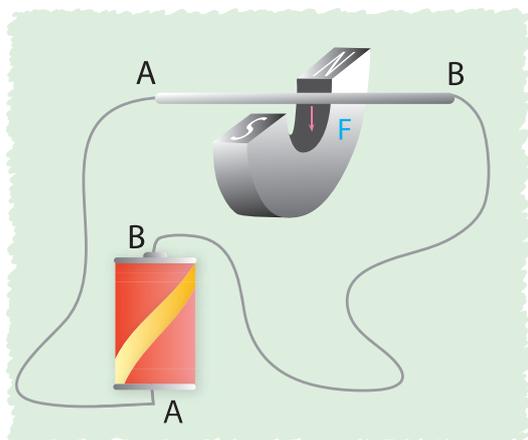
1. Dentre os aparelhos ou dispositivos elétricos abaixo, é uma aplicação prática do eletromagnetismo:

- a) a lâmpada;
- b) o chuveiro;
- c) a campainha;
- d) a torradeira;
- e) o ferro de passar.

Leituras de Física do Gref – Eletromagnetismo. n. 18, p. 72. Disponível em <<http://www.if.usp.br/gref/eletromagnetismo.htm>>. Acesso em: 16 mar. 2009.

A campainha funciona a partir da lei de Ampère, quando uma corrente percorre o solenoide com um objeto ferromagnético que atrai uma lata, fazendo chocar-se com a extremidade, causando o barulho da campainha.

2. Um fio metálico é colocado entre os polos de um ímã em forma de ferradura, como mostra a figura. Ao fechar o circuito, uma



Lie A. Kobayashi

força F dirigida para o centro do ímã estabelece-se sobre o fio.

- a) Qual é a polaridade da pilha?
- b) Se for mantida a mesma ligação e a posição do ímã sofrer um giro de 180° , qual é o sentido da força sobre o fio? Explique.

O sentido da força é dado pelo seno do ângulo entre a corrente elétrica i e o campo magnético B . Como o sentido do campo B é do polo norte para o sul do ímã, o sentido da corrente deve ser de A para B , para que a força seja para baixo.

Polaridade da pilha: A = polo positivo e B = polo negativo. Se a polaridade do ímã for invertida, o sentido da força também inverte. Na nova situação a força é para fora do ímã.

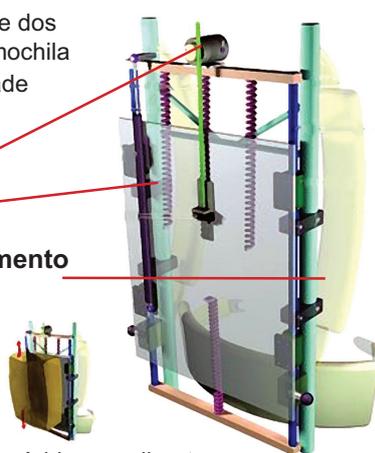
3. Ao penetrar em uma região, devido a presença de um campo magnético \mathbf{B} , uma partícula de massa \mathbf{m} e carga elétrica \mathbf{q} descreve uma trajetória circular de raio \mathbf{R} com velocidade constante \mathbf{V} , devido à ação de uma força magnética sobre ela. Nesse caso, a intensidade da força magnética que age sobre a partícula depende de quais grandezas?

$F = qvB$; logo as grandezas relevantes para a intensidade da força magnética são o módulo da carga elétrica (q), o módulo da velocidade da partícula (v) e a intensidade do campo magnético (B).

4. Enem 2007

MOCHILA GERADORA DE ENERGIA

O sobe e desce dos quadris faz a mochila gerar eletricidade



Gerador

Molas

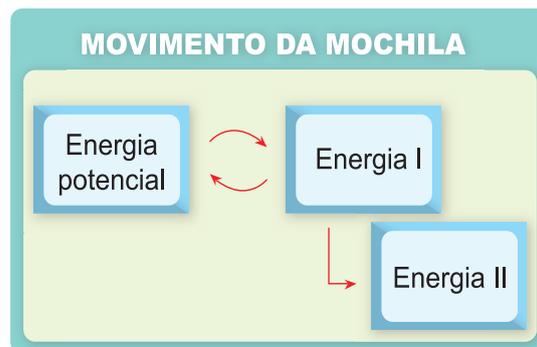
Compartimento de carga

- A mochila tem estrutura rígida semelhante à usada por alpinistas.
- O compartimento de carga é suspenso por molas colocadas na vertical.
- Durante a caminhada, os quadris sobem e descem em média cinco centímetros. A energia produzida pelo vai e vem do compartimento de peso faz girar um motor conectado ao gerador de eletricidade

Agência ISTOÉ

Mochila geradora de energia. ISTOÉ, n. 1864, set/2005, p. 69.

Com o projeto de mochila ilustrado acima, pretende-se aproveitar, na geração de energia elétrica para acionar dispositivos eletrônicos portáteis, parte da energia desperdiçada no ato de caminhar. As transformações de energia envolvidas na produção de eletricidade enquanto uma pessoa caminha com essa mochila podem ser assim esquematizadas:



As energias I e II, representadas no esquema acima, podem ser identificadas, respectivamente, como

- a) cinética e elétrica.
- b) térmica e cinética.
- c) térmica e elétrica.
- d) sonora e térmica.
- e) radiante e elétrica.

*O sobe e desce faz a energia potencial ser transformada em movimento, ou seja, em energia cinética. Esse movimento faz girar o gerador (lembrar da atividade do dínamo), que transforma o movimento em energia elétrica. Assim a primeira energia é **cinética** e a segunda é **elétrica**.*

5. Destaque as principais semelhanças e diferenças entre os motores e os geradores de eletricidade, dando destaque para seus elementos e suas funções.

O motor transforma energia elétrica em movimento (energia mecânica). O gerador transforma movimento (energia mecânica) em energia elétrica. Ambos funcionam com base em interações eletromagnéticas.

Grade de correção das questões

A **questão 1** habilita o estudante a reconhecer as aplicações dos conceitos referentes ao eletromagnetismo estudado até aqui, para que assim possa perceber suas aplicações.

Apenas na campainha existe a transformação de eletricidade em movimento. Todos os outros eletrodomésticos transformam a energia elétrica em térmica.

A **questão 2** retoma um princípio fundamental dos motores, a força magnética sobre um fio com corrente elétrica.

A **questão 3** permite ao estudante avaliar e conhecer as grandezas importantes quando uma carga elétrica está em movimento dentro de um campo magnético, fazendo aparecer uma força de natureza magnética.

A **questão 4** habilita o estudante a reconhecer os processos de transformação de energia, bem como os tipos de energia envolvidos na geração da energia elétrica pela mochila.

A **questão 5** permite ao estudante reconhecer as principais semelhanças e diferenças entre os motores e geradores elétricos.



TEMA 3 – PRODUÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Vivemos um momento de incertezas sobre fontes e consumo de energia, com questões ambientais, sociais e econômicas. Estudar diferentes aspectos envolvidos nessa temática, para poder compreendê-los, posicionar-se e atuar na sociedade, quer em ambiente doméstico ou social, é de grande importância na formação de qualquer pessoa. Isso envolve ser capaz de avaliar criticamente os modos de produção, transmissão e consumo de energia. O uso racional da energia deve ser meta de todos, visando a contribuir para a melhoria do meio ambiente e o desenvolvimento econômico sustentável.

A produção de energia em grande escala no Brasil é baseada principalmente em hidrelétricas, cujo princípio de funcionamento pode ser entendido em termos físicos. Para isso, neste tema vamos tratar de aspectos envolvidos na geração, transmissão e no consumo de energia elétrica em grande escala. Para tornar o debate qualificável, tratamos a relação entre produção e consumo de energia com os índices de desenvolvimento econômico e social.

Apresentação da proposta

Um dos grandes desafios da sociedade moderna é a produção de energia. O século

XX foi o período de maior crescimento na produção energética no Brasil e no mundo. Mas a que preço isso foi feito? Esse aumento significativo não veio sem consequências e impactos negativos, quer ambientais quer sociais e econômicos, que podem comprometer o futuro da humanidade. Torna-se, assim, importante discutir a produção de energia em grande escala, dando ênfase às diversas fontes de energia, à sua transmissão e aos impactos que cada uma pode ter, especialmente no meio ambiente. Com esse objetivo, a Situação de Aprendizagem 6 irá discutir o princípio de funcionamento de usinas hidrelétricas, térmicas, eólicas, nucleares e outras, e seus impactos ambientais, de modo a possibilitar, ainda que em termos básicos, algumas relações de custo-benefício dessas formas de geração de energia. A Situação de Aprendizagem 7 terá como foco as linhas de transmissão de energia elétrica, buscando destacar as perdas no “deslocamento”, o papel dos transformadores e as características da eletricidade transmitida. Já a Situação de Aprendizagem 8 buscará identificar a evolução da produção energética e do seu consumo, relacionando-as com o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), ou seja, questionará quanto a evolução da produção de energia melhorou a qualidade de vida do ser humano.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 6 COMPREENDENDO O FUNCIONAMENTO DAS USINAS ELÉTRICAS

A Situação de Aprendizagem tem por objetivo apresentar os processos de transformação da energia potencial gravitacional em energia elétrica em uma usina hidrelétrica. Baseados na mesma abordagem, outros tipos de usinas geradoras de energia elétrica são tratados.

A ideia é discutir, inicialmente, os processos de transformação de energia envolvidos nas usinas, para, em seguida, propor um debate para avaliar as vantagens e as desvantagens associadas a cada forma de produção de energia em grande escala.



Tempo previsto: 3 aulas.

Conteúdos e temas: transformação de energia; indução magnética.

Competências e habilidades: reconhecer os diversos processos de produção de energia elétrica, identificando neles a conservação da energia; consultar, analisar e interpretar textos e comunicações sobre fontes e uso de energia elétrica; elaborar comunicações orais e escritas para relatar as pesquisas sobre processos de produção de eletricidade e seus impactos ambientais e sociais; analisar, argumentar e se posicionar criticamente quanto à produção e ao uso social da energia elétrica.

Estratégias: A partir da discussão do processo de produção de energia elétrica da usina hidrelétrica, inicia-se um debate sobre as outras formas de produção e os respectivos impactos no meio ambiente, avaliando o custo-benefício de cada processo.

Recursos: roteiro de atividade; pesquisa sobre usinas; simulações virtuais; problemas.

Avaliação: deve ser realizada a partir da entrega dos relatórios de pesquisa, das respostas às questões propostas, da resolução de exercícios, do envolvimento e da participação no desenvolvimento da atividade.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

A proposição da atividade de pesquisa apresentada no roteiro 6 pode ser feita de maneira individual ou em grupo. Se possível, proponha a atividade no final de uma aula para que a pesquisa seja feita em casa. Retome as pesquisas realizadas pelos alunos de forma a destacar as usinas que abastecem as cidades

da região. Essa informação pode ser obtida na companhia elétrica da cidade. Se puder, obtenha algumas fotos ou esquemas para poder utilizar na explicação de seu funcionamento. A grande maioria das cidades paulistas é alimentada por usinas hidrelétricas.⁴

Roteiro 6 – Compreendendo o funcionamento de uma usina hidrelétrica

Você já se perguntou de onde vem a energia que ilumina as ruas, faz funcionar os semáforos, aquece nosso banho e liga as TVs? Assim como há indústrias que produzem carros, móveis e alimentos, hoje existem grandes produtores de energia elétrica para uso doméstico. O conjunto de insta-

lações que produzem energia elétrica são chamadas de **usinas**. Faça uma pesquisa e descubra qual é a usina elétrica que fornece energia para a sua cidade. Obtenha o máximo de informações sobre ela, tais como características de funcionamento, capacidade em kW (potência), tempo de construção e de operação, custos etc. Consiga fotos, desenhos, esquemas, matérias de jornal, vídeos etc.

⁴ Caso sua cidade seja abastecida por uma usina termelétrica, adapte a atividade de forma a focalizar a transformação da energia contida no combustível fóssil (óleo diesel, gás natural, biomassa etc.). A maioria das referências citadas acima também aborda esse tipo de usina.



Encaminhando a ação

Pode-se introduzir o tema, colocando a questão: *Por que em uma usina hidrelétrica é necessário fazer uma barragem e produzir um grande lago?* Na sequência, discuta o processo de transformação da energia potencial gravitacional, associada à água represada, em energia elétrica. Faça a conexão desse processo com o estudo realizado sobre dínamos e geradores na Situação de Aprendizagem 5. É importante destacar que nas usinas hidrelétricas não há ímãs, mas eletroímãs. Discuta com os alunos que o papel da água represada é movimentar as espiras que acionam o gerador. Nos demais tipos de usinas elétricas, o movimento é produzido por outro agente, como o vento, no caso das eólicas, ou o vapor d'água, no caso das termelétricas e term nucleares (ou simplesmente nucleares). Recomendamos o uso de algum texto de apoio, que pode ser encontrado nos **Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno**. Consulte também os livros de sua biblioteca ou faça uma consulta em *sites* confiáveis.

Alguns cálculos podem ser feitos neste momento. Por exemplo, conhecendo a altura e a quantidade de água da barragem, é possível estimar a quantidade máxima de energia elétrica a ser produzida. Acrescentando-se informações sobre vazão, é possível obter-se a potência ideal da mesma (veja questão 41

do Enem de 1999). Alguns livros didáticos abordam esse tipo de problema. Também há inúmeras matérias em revistas de divulgação e jornais que podem subsidiar discussões e debates em sala de aula.

Se for o caso, você poderá ampliar o estudo desse assunto utilizando algumas simulações virtuais indicadas nos **Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno**.

Outro assunto que pode ser desdobrado desta atividade é a avaliação sobre vantagens e desvantagens em cada tipo de usina elétrica. Por exemplo, as hidrelétricas são extremamente “limpas” em termos de resíduos sólidos e gasosos (a decomposição de vegetais submersos nas águas represadas gera a liberação de gases como o metano, porém isso ocorre nos primeiros anos de formação da barragem), mas geram enorme impacto sobre os habitantes, a fauna e a flora da região por causa dos alagamentos necessários para sua instalação e o desalojamento de pessoas que viviam nestas áreas. As nucleares, ao contrário, não geram impactos que afetam o clima, mas produzem enorme quantidade de resíduos radioativos (o chamado “lixo atômico”), para o qual a humanidade ainda não tem soluções satisfatórias. Se puder, aborde esse assunto na forma de pesquisas acompanhadas de seminários ou como um projeto interdisciplinar.⁵

⁵ Uma metodologia bem adaptada para o desenvolvimento desse tipo de projeto é aquela conhecida como “Ilhas interdisciplinares de racionalidade”. Para mais informações, consulte: PIETROCOLA, M.; SILVA, C. C.; NEHRING, C. M.; TRINDADE, J. A. de O.; PINHEIRO, T. de F.; LEITE, R. C. M. *As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos*. In: *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*. v. 2, n. 1, mar. 2002, p. 1-19. Recomendamos também o capítulo sobre projetos em *Água hoje e sempre – Consumo sustentável*. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, 2003.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 7 COMPREENDENDO UMA REDE DE TRANSMISSÃO

A Situação de Aprendizagem tem o intuito de analisar o processo de transmissão de ener-

gia elétrica em alta-tensão, discutindo a função dos transformadores e as perdas de energia.

Tempo previsto: 1 aula.

Conteúdos e temas: transmissão de energia elétrica.

Competências e habilidades: elaborar hipóteses sobre os processos e os componentes envolvidos na transmissão da energia elétrica desde uma usina até um centro de consumo; identificar em dada situação-problema as informações relevantes para elaboração de possíveis estratégias para resolvê-la; analisar e interpretar pesquisas realizadas sobre formas de transmissão de energia elétrica; elaborar comunicações escritas ou orais para relatar processos e produtos de pesquisas; pesquisar, utilizar e analisar pesquisas realizadas sobre formas de produção de energia elétrica para a confrontação de hipóteses, argumentações e para a elaboração de propostas; reconhecer a tecnologia como parte integrante da cultura contemporânea.

Estratégias: utilizando resultados de pesquisas e consultas, analisa-se o processo de transmissão de energia elétrica de uma usina hidrelétrica para as cidades, com uso de redes de alta-tensão.

Recursos: roteiro de atividade; pesquisas e consultas; debate.

Avaliação: deve ser realizada levando em conta as respostas dadas às questões propostas durante a aula, os esquemas produzidos, a resolução de exercícios, os resultados de pesquisas e a participação e envolvimento no desenvolvimento da atividade, contribuindo para o enriquecimento das discussões em grupo.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Proponha inicialmente aos alunos (individualmente ou em grupo) que façam desenhos ou esquemas com legendas que representem o “trajeto” da energia elétrica, e os principais componentes presentes no mesmo, desde uma usina geradora até chegar às suas casas ou à escola. Peça para que apresentem suas propostas, discuta-as de forma geral, ainda sem apontar “erros” e “acertos”, mas de maneira que possam ser comentadas por todos. Se qui-

ser, a partir dos seus esquemas, produza com eles um esquema coletivo comum.

Em seguida, organize uma pesquisa sobre, por exemplo, esse “caminho” até a escola. Para isso, pode-se procurar uma agência da companhia de energia elétrica de sua cidade, um funcionário da mesma que trabalhe na manutenção da rede elétrica, ou acessar o *site* da companhia e obter as seguintes informações:



- ▶ a tensão da fiação da rede elétrica da rua de sua escola;
- ▶ a localização da subestação elétrica da região de sua escola;
- ▶ a tensão elétrica que chega e sai dessa subestação;
- ▶ a usina elétrica que alimenta essa subestação.

Com essas informações, analise, refaça ou complemente o desenho inicial, incluindo as informações acima. Indique nesse desenho os valores da tensão elétrica em cada trecho da fiação: antes da subestação, na rua, dentro da escola etc.

A atividade deve ser encaminhada aos estudantes no final da aula anterior, de modo a poder explorar os resultados nesta aula. Se preferir, organize os estudantes em grupos, mas deixe claro que o objetivo da atividade é “descobrir como a energia elétrica sai da usina (Situação de Aprendizagem 7) e chega à escola”. Essa questão conduzirá a discussão sobre as redes elétricas e as linhas de transmissão. O objetivo final da atividade é produzir um esquema sobre a rede elétrica da região, incluindo as linhas de alta-tensão que transportam energia por longas distâncias. Insista no fato de que a tensão varia muito desde sua produção na usina (~10 000 V), passando pelas linhas de alta-tensão (~7 000 000 V), pela fiação das ruas (~600 V), até chegar à tomada da escola (110 V ou 220 V).

Roteiro 7 – Compreendendo uma rede de transmissão

Você já parou para pensar em como a energia elétrica chega à sua casa, à escola ou a outros locais que necessitam dela? Qual é o caminho que ela percorre até ser utilizada aqui na escola? Será que sofre algum tipo de mudança? Como você imagina que seja esse caminho desde a usina até sua utilização?

Pensando nessas questões, procure fazer um desenho do percurso da energia elétrica desde a saída da usina até a escola ou a sua casa. Se possível, destaque os principais componentes presentes neste caminho. Se preferir, poderá representar um esquema com legendas mostrando todo o trajeto.

Reúna-se com alguns colegas e discuta as diversas propostas, tentando apontar as

semelhanças e as diferenças de cada uma delas.

Em seguida responda às questões:

1. Quais são os principais componentes destacados por você na rede de transmissão?
2. Você sabe a função de cada um deles? Tente descrevê-las.
3. A tensão que chega a sua casa é a mesma que é gerada na usina ou a mesma que é transmitida pela rede? Tente explicar a semelhança ou a diferença.
4. Você já teve ter notado que existem alguns transformadores presos aos postes de energia. Qual é a função deles?



Encaminhando a ação

Peça aos alunos que elaborem hipóteses para explicar por que a transmissão é feita em alta-tensão. Depois de discutir as respostas, mostre que isso acontece para diminuir as perdas de energia por efeito Joule (a dissipação de energia na forma de calor no fio de transmissão). As equações envolvidas nesse processo formalizam as relações qualitativas estabelecidas previamente: o gerador fornece uma potência $P_T = U \cdot i$, mas devido à resistência r do fio de transmissão, haverá uma potência dissipada por meio do efeito Joule, dada por $P_d = r \cdot i^2$. Logo, a potência que chega às residências é a diferença entre as duas ($P = P_T - P_d$). Para que a perda seja a menor possível, deve-se diminuir a potência dissipada. Para isso, seria possível diminuir a resistência da linha de transmissão, aumentando a espessura dos fios (2ª lei de Ohm), o que acarretaria dois problemas: primeiro, tornaria o custo mais elevado e, segundo, tornaria a rede de transmissão muito pesada. A saída é diminuir a intensidade da corrente elétrica na rede de transmissão. Como a potência mede a taxa de energia transferida no tempo, cujo valor depende da capacidade da usina e das necessidades dos centros consumidores, uma diminuição na corrente pode ser compensada por uma elevação na tensão (veja o Caderno do 1º bimestre sobre potência elétrica). O aparelho que aumenta e diminui a tensão numa rede é o transformador. Conclui-se, assim, que a transmissão é feita em alta tensão (voltagem) para diminuir as perdas de energia da rede de transmissão das usinas até as cidades. Seria interessante que essa discussão fosse feita aos poucos, com questões sendo colocadas de modo a instigar os alunos a elaborar explicações até chegar à conclusão final. Essa discussão mostra uma aplicação prática de alguns conceitos de eletricidade estudados no primeiro Caderno.

Ao final, discuta a ideia de que a transmissão de energia elétrica é feita por redes, onde

uma cidade é alimentada por mais de uma usina. Nos **Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno** há indicações de materiais que podem contribuir para a discussão.



© Marcos Peron/Kino

Figura 18 – Rede de transmissão.

Se houver tempo, inclua o conceito e significado da frequência da rede elétrica: no caso brasileiro, **60 Hz**. Essa característica está associada à maneira como a energia elétrica é gerada (veja Situação de Aprendizagem 5, sobre geradores). A resposta para essa questão é interessante porque mostra que a corrente gerada nos pontos de consumo é alternada, e não contínua. Essa frequência está relacionada à rotação das turbinas das usinas geradoras de eletricidade. Todas devem girar a 60 Hz. No Paraguai, na Europa e em vários outros países, a frequência da rede é de 50 Hz.

No caso de ter mais tempo disponível, proponha outras discussões sobre a rede elétrica residencial, como tensão eficaz e de pico, o fio fase e o fio neutro. Você poderá encontrar material nos **Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno**.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 8 ENERGIA ELÉTRICA E USO SOCIAL

Esta Situação de Aprendizagem tem o intuito de identificar as fontes de produção de energia em nosso país, em particular da energia elétrica, e identificar as tendências atuais de suas opções, principalmente após os resultados que apontam não serem desprezíveis os impactos ambientais e sociais das hidrelétricas. O reconhecimento do uso de energia elétrica nos vários setores da sociedade, principalmente da produção, pode levar os alunos à compreensão do consumo indireto de ener-

gia, quase que totalmente esquecida nas análises do consumo de energia individual, por restringirem-se apenas à demanda residencial. Embora o consumo individual de energia não seja democrático, pois ainda existem regiões no Brasil e no mundo em que a população não dispõe de energia elétrica, se tomada como uma média de consumo (consumo *per capita*: energia média por pessoa), pode fornecer indicadores que nos mostram relações entre uso de energia e qualidade de vida.

Tempo previsto: 2 aulas.

Conteúdos e temas: produção de energia elétrica e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).

Competências e habilidades: ler, interpretar, comparar e utilizar informações apresentadas em tabelas e gráficos; analisar criticamente, de forma qualitativa e quantitativa, as implicações sociais e econômicas dos processos de utilização dos recursos energéticos; analisar fatores socioeconômicos associados às condições de vida e saúde de populações humanas, por meio da interpretação de indicadores como o IDH.

Estratégias: análise, interpretação e questões sobre dados e informações trazidos em gráficos e tabelas sobre a matriz energética brasileira, índices socioeconômicos associados à demanda e ao consumo de energia e história da eletricidade no Brasil.

Recursos: roteiro de atividade para discussão em grupo.

Avaliação: deve ser realizada considerando as respostas às questões propostas, os relatórios de pesquisa, a resolução de exercícios e problemas e a participação e o envolvimento no desenvolvimento da atividade, contribuindo para o enriquecimento das discussões em grupo.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Para iniciar a atividade, você poderá utilizar como proposta de sensibilização um diálogo com os estudantes sobre a construção das primeiras usinas no Brasil.

Pergunte a eles: *Em que cidade e em que ano foi instalado o primeiro sistema de ilumina-*

ção pública no Brasil? Onde foi construída a primeira usina hidrelétrica no Brasil. Em que época? Quando foram construídas grandes centrais hidrelétricas, como Itaipu, Tucuruí e Ilha Solteira? Procure saber quais são algumas das principais usinas hidrelétricas do Brasil, hoje. Onde estão localizadas? Quais suas “capacida-



des” (potência)? Quais usinas estão localizadas no Estado de São Paulo?

Desenhe no quadro-negro uma linha do tempo e localize as respostas dos estudantes por décadas. Faça um mapa do Brasil ou uma tabela por regiões e indique os locais citados. Para cada resposta temporal, tente associar outros fatos conhecidos, como a Independên-

cia do Brasil, a Proclamação da República, a Primeira Guerra Mundial etc. Isso irá permitir que se localize historicamente o início da produção em escala e o uso da eletricidade no Brasil e associar hábitos dessas épocas com a disponibilidade da eletricidade. Se possível, contate professores de História ou Geografia para trabalhar conjuntamente nessa pesquisa e discussão.

Roteiro 8 – Energia elétrica e uso social

A relação entre crescimento de um país e a necessidade de energia não é difícil de ser compreendida: o aumento da produção demanda mais energia em seu processo e a escassez de energia pode estagnar o crescimento de um país. A questão energética é parte da problemática atual, principalmente levando-se em conta a questão do impacto de sua produção.

A tabela a seguir apresenta a matriz de energia elétrica no Brasil nos anos 2005 e 2006 em gigawatt-hora (GWh), e a porcentagem de crescimento de cada uma das fontes de produção.

Analise os dados da matriz e verifique:

1. Qual é a natureza da fonte que tem maior participação na produção de energia elétrica no Brasil? Qual é a sua porcentagem na matriz? Como você justificaria ser essa a fonte de maior participação na matriz energética brasileira?
2. Algumas fontes tiveram crescimento na matriz energética e outras diminuíram. Quais poderiam ser as causas dessas variações?

Matriz de oferta de energia elétrica			GWh
Fontes	2005*	2006**	06/05 % ⁶
Total	442 072	460 500	4,2
Hidro	337 457	348 805	3,4
Nuclear	9 855	13 754	39,6
Gás natural	18 811	18 258	-2,9
Carvão mineral	6 863	7 222	5,2
Derivados de petróleo	11 722	12 374	5,6
Biomassa	14 134	14 959	5,8
Gás industrial	4 188	3 964	-5,4
Importação	39 042	41 164	5,4

Tabela 1. * Inclui 39,8 TWh de autoprodutores e 93 GWh de eólica.
** Inclui 41,7 TWh de autoprodutores e 236 GWh de eólica.

Resenha Energética Brasileira - Exercício de 2006. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/download.do;jsessionid=AD25F5DAC8B5CC3672FDD095F32FE75E?attachmentId=12364&download>>.

⁶O cálculo para se obter a porcentagem é realizado da seguinte forma: $\left(\frac{2006 - 2005}{2005}\right) \times 100\%$ (valor da fonte de 2006 menos valor da fonte em 2005 dividido pelo valor da fonte de 2005).



3. É correto afirmar que houve um aumento real (em valores absolutos) da oferta de energia elétrica de 2005 para 2006? Qual foi o valor em GWh?

Vamos agora analisar o consumo de energia no Brasil, por setor. Com base nos gráficos apresentados, responda:

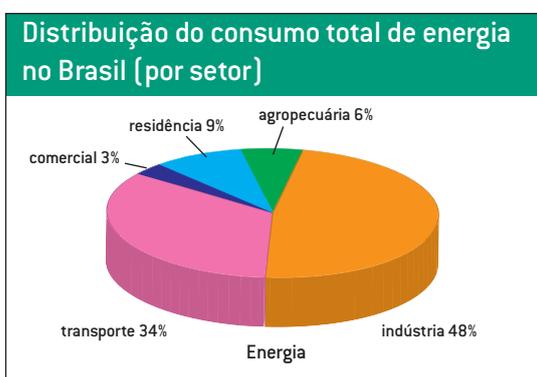


Gráfico 1A.

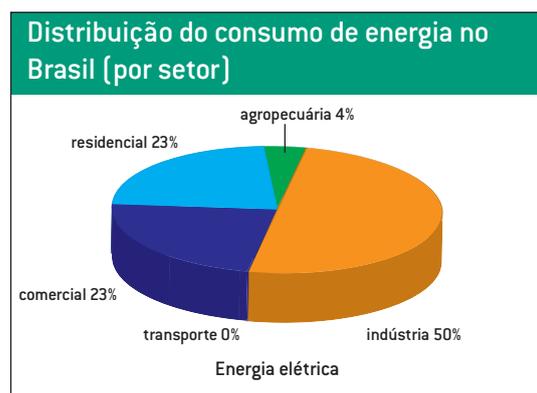


Gráfico 1B.

CAMARGO, Ivan. *Atendimento do mercado a médio prazo*. UnB, Nov. 2006. Disponível em: <www.celpe.com.br/menu_secundario/consumidor.asp?c=201&id=>. Acesso em: 9 jan. 2009.

4. Os dois gráficos mostram que o setor industrial é o que mais consome energia, cerca de 50%. Será que você faz parte desse consumo? Explique.

5. A partir dos dados apresentados nesses dois gráficos, é possível afirmar que toda energia residencial é elétrica?
6. Em que setor uma diminuição no consumo de energia teria maior impacto? De quanto seria o impacto no consumo de energia total, em termos percentuais, se o setor residencial economizasse 10% de seu consumo?

A relação entre índices socioeconômicos de um país com o consumo de energia *per capita* pode mostrar a importância do setor energético no seu desenvolvimento. Os três gráficos a seguir relacionam o uso de energia em TEP (Toneladas Equivalentes de Petróleo) com indicadores de expectativa de vida, mortalidade infantil e analfabetismo.

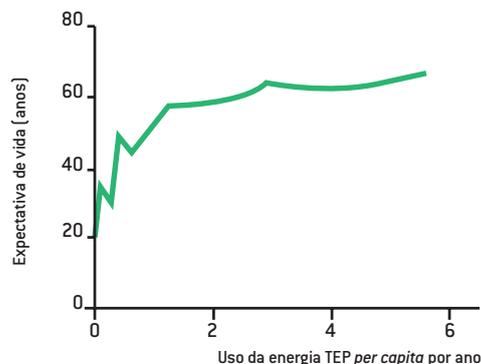


Gráfico 2A.

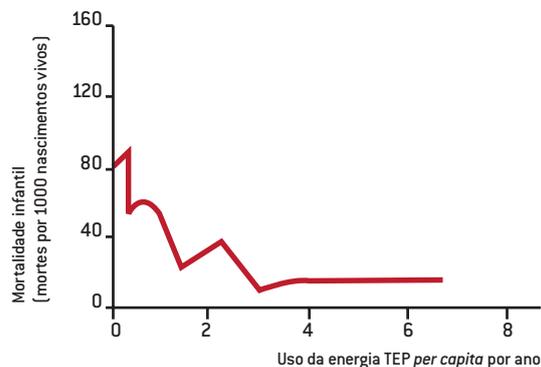


Gráfico 2B.



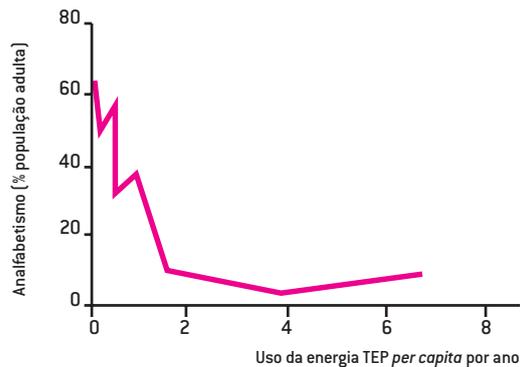


Gráfico 2C.

GOLDEMBERG, José. LUCON, Oswaldo. *Energia, meio ambiente e desenvolvimento*. 3. ed. São Paulo: Edusp, 2008.

7. Descreva a relação que cada um dos gráficos permite estabelecer entre o indicador da qualidade de vida e o consumo de energia *per capita*.
8. Pesquise os valores dos três indicadores e o consumo de energia *per capita* para o Brasil e represente estes valores nos gráficos. O que você pode dizer sobre o Brasil em relação a esses indicadores?

Encaminhamento da ação

Alguns dados interessantes podem auxiliá-lo a encaminhar a problematização inicial:

Usinas pioneiras:

- Hidrelétrica de Ribeirão do Inferno, em 1883, destinada ao fornecimento de força motriz a serviços de mineração em Diamantina (MG).
- Hidrelétrica da Companhia Fiação e Tecidos São Silvestre, em 1885, no município de Viçosa (MG).
- Hidrelétrica de Ribeirão dos Macacos, em 1887, também em Minas Gerais, no município de Nova Lima.
- Hidrelétrica de Marmelos Zero, em Juiz de Fora (MG), datada de 1889, a primeira usina de grande porte no país.
- Termelétrica Velha Porto Alegre, em 1887, em Porto Alegre (RS).

Iluminação:

- 1879 – Estrada de Ferro D. Pedro II, Rio de Janeiro (RJ).
- 1881 – Praça XV e Praça da República, Rio de Janeiro (RJ).
- 1885 – Primeiro serviço de iluminação pública de São Paulo (SP).

Chame a atenção dos alunos para o fato de as primeiras usinas estarem localizadas em Minas Gerais e as iluminações estarem no Rio

de Janeiro. Nessa época, a expressão de São Paulo no cenário nacional era bem menor do que o atual.



Dê destaque ao fato de que a eletricidade em grande escala tem cerca de cem anos e, ainda hoje, há muitas regiões do país que não dispõem desse serviço.

Dando continuidade, faça um levantamento com os alunos das fontes de energia elétrica. Pergunte de onde se pode obter eletricidade. Escreva essas fontes no quadro-negro e classifique-as segundo as fontes que estão na “Matriz de oferta de energia elétrica”.

A atividade de sensibilização não deve tomar toda a aula. Utilize os minutos finais para entregar o roteiro e apresentar a tabela que representa a matriz de energia elétrica do país. Se houver tempo, organize os estudantes em grupos e peça que respondam às três primeiras perguntas. Caso contrário, peça que façam isso em casa.

Encaminhe a discussão para destacar que as variações das fontes de energia elétrica dependem, além da demanda, de outros fatores, como o econômico, o ambiental e o social, de ordem nacional e internacional. Não deixe de chamar a atenção para o fato de que essa matriz energética refere-se à eletricidade, e não à energia total. É interessante solicitar que os alunos procurem a matriz de oferta da energia total e comparem com a da energia elétrica.

Em relação aos setores de consumo de energia, é importante fazer com que o aluno tome consciência de que em qualquer produto consumido ou de prestação de serviços está incluído o uso indireto de energia. Consumir energia não significa apenas a energia residencial. Um papel que embrulha uma *pizza* ou uma sacola de supermercado, um refrigerante, um caderno e quase tudo que usamos ou consumimos no dia a dia têm energia agregada que não deve ser desprezada.

Para discutir a relação entre a qualidade de vida de um país e o consumo de energia

per capita, analise os gráficos em conjunto com os alunos. Mostre que, nos países mais pobres, o consumo de energia *per capita* é menor que 1 TEP, indicando baixa expectativa de vida, alto índice de mortalidade e de analfabetismo. Nos países industrializados, é perto de 2 TEP (valor necessário para manter o equilíbrio populacional). Ultrapassar a barreira 1 TEP/*per capita* parece ser fundamental para o desenvolvimento. À medida que o consumo de energia *per capita* aumenta para valores maiores que 2 TEP, como é o caso dos países desenvolvidos, as condições sociais melhoram consideravelmente. O consumo *per capita* no Brasil é da ordem de 1,7 TEP.

É interessante consultar o artigo de José Goldemberg, no qual esses gráficos e outros estão analisados.

Para finalizar, traga informações sobre os impactos das usinas hidrelétricas ou peça aos alunos que pesquisem. Para isso, coloque questões como:

- ▶ É certo dizer que as usinas hidrelétricas são “limpas” porque usam fonte renovável e não têm impactos sobre o ambiente ou o clima?
- ▶ As usinas hidrelétricas poluem o ar? Contribuem para a intensificação do efeito estufa?
- ▶ Quais as vantagens e as desvantagens desse tipo de usina em relação a outras (como as termelétricas e nucleares)?

Depois de ter realizado esta Situação de Aprendizagem, apresente algumas questões tiradas de provas nacionais ou de vestibulares. Uma boa opção são as provas do Enem: Enem 1998 – questões 11 e 12; Enem 1999 – questões 35, 36, 37 e 38; Enem 2000 – questões 7, 12 e 58; e Enem 2007 – questão 40.



GRADE DE AVALIAÇÃO

	Competências e habilidades	Indicadores de Aprendizagem
Situação de Aprendizagem 6	<ul style="list-style-type: none"> – Reconhecer os diversos processos de produção de energia elétrica, identificando neles a conservação da energia. – Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações sobre fontes e uso de energia elétrica. – Elaborar comunicações orais e escritas para relatar as pesquisas sobre processos de produção de eletricidade e seus impactos ambientais e sociais. – Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação à produção e ao uso social da energia elétrica. 	<ul style="list-style-type: none"> – Compreender a transformação de energia ocorrida nas usinas elétricas. – Reconhecer os diversos processos de produção de energia elétrica. – Relacionar a produção de energia com os impactos ambientais de cada meio de produção. – Identificar os impactos ambientais que cada processo pode levar, avaliando o custo-benefício de cada produção.
Situação de Aprendizagem 7	<ul style="list-style-type: none"> – Identificar em dada situação-problema as informações relevantes para elaboração de possíveis estratégias para resolvê-la. – Analisar e interpretar informações de consultas sobre formas de transmissão de energia elétrica. – Elaborar comunicações escritas ou orais para relatar processos e produtos de pesquisas. – Reconhecer a tecnologia como parte integrante da cultura contemporânea. 	<ul style="list-style-type: none"> – Compreender as formas de transmissão de energia. – Desenhar esquemas que representem a transmissão de eletricidade das usinas até as residências. – Estimar perdas de energia ao longo do sistema de transmissão. – Reconhecer a necessidade de transmissão em alta-tensão.
Situação de Aprendizagem 8	<ul style="list-style-type: none"> – Ler, interpretar, comparar e utilizar informações apresentadas em tabelas e gráficos. – Analisar criticamente, de forma qualitativa e quantitativa, as implicações sociais e econômicas dos processos de utilização dos recursos energéticos. – Analisar fatores socioeconômicos associados às condições de vida e saúde de populações humanas, por meio da interpretação de indicadores como IHD. 	<ul style="list-style-type: none"> – Identificar por meio de dados apresentados em tabelas a evolução da produção da energia elétrica. – Identificar quantitativamente as diferentes fontes de energia elétrica no Brasil. – Relacionar a evolução da produção de energia com o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida.



PROPOSTAS DE QUESTÕES PARA APLICAÇÃO EM AVALIAÇÃO

1. Uma usina geradora de energia elétrica produz potência efetiva de 250 kW e transmite essa energia para uma cidade situada a 5 km de distância, a uma tensão de 20 000 V.

- Qual é a corrente percorrida no fio de transmissão?
- Se o fio tem uma resistência de 100 ohms, qual é a perda de potência nessa transmissão se considerarmos apenas o efeito Joule?
- Se a transmissão for feita em 10 000 V, qual será a perda de potência por efeito Joule?
- comparando os dados da letra **b** e **c**, qual transmissão é mais eficiente? Explique.

a) a corrente percorrida no fio de transmissão é dada pela equação:

$$P_G = V \cdot i$$

$$250\,000 = 20\,000 \times i; \text{ logo: } i = 12,5 \text{ A}$$

b) a potência dissipada pelo efeito Joule é dada por:

$$P_d = r \cdot i^2$$

$$P_d = 100 \times (12,5)^2$$

$$P_d = 100 \times 156,25; \text{ logo: } P_d = 15\,625 \text{ W}$$

c) Para determinar a nova potência dissipada, primeiro é necessário determinar a nova corrente estabelecida no fio de transmissão e, em seguida, determinar a potência dissipada:

$$P_G = V \cdot i$$

$$250\,000 = 10\,000 \times i; \text{ logo: } i = 25 \text{ A}$$

$$P_d = r \cdot i^2$$

$$P_d = 100 \times (25)^2$$

$$P_d = 100 \times 625; \text{ logo: } P_d = 62\,500 \text{ W}$$

d) Pelos cálculos realizados, notamos que a transmissão é mais eficiente quando é realizada a 20 000 V, pois a corrente percorrida na linha é baixa, 12,5 A, em relação à de 10 000 V. Pode-se notar também que, reduzindo a tensão pela metade, a corrente na linha dobra. Porém, a potência dissipada torna-se quatro vezes maior, pois ela depende do quadrado da corrente na linha de transmissão.

2. Enem 2002 – Em usinas hidrelétricas, a queda d'água move turbinas que acionam geradores. Em usinas eólicas, os geradores são acionados por hélices movidas pelo vento. Na conversão direta solar-elétrica são células fotovoltaicas que produzem tensão elétrica. Além de todos produzirem eletricidade, esses processos têm em comum o fato de

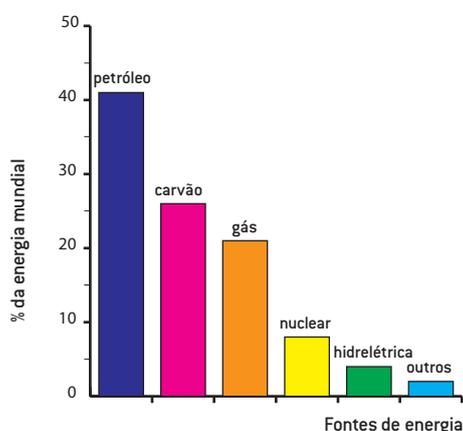
- não provocarem impacto ambiental.
- independerem de condições climáticas.
- a energia gerada poder ser armazenada.
- utilizarem fontes de energia renováveis.
- dependerem das reservas de combustíveis fósseis.

As três usinas em questão utilizam fontes de energia renováveis.



3. Enem 2001 – Segundo um especialista em petróleo (*O Estado de S. Paulo*, 5 de março de 2000), o consumo total de energia mundial foi estimado em 8,3 bilhões de toneladas equivalentes de petróleo (TEP) para 2001. A porcentagem das diversas fontes da energia consumida no globo é representada no gráfico.

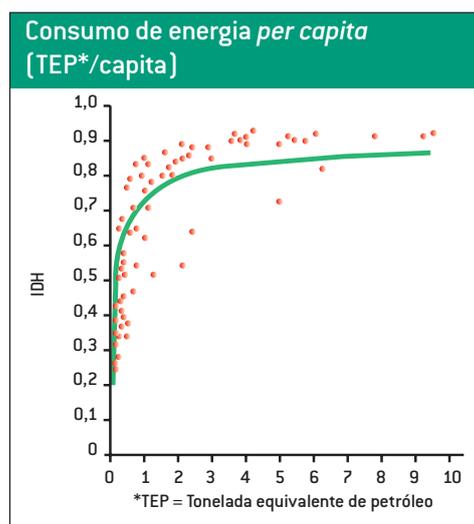
Segundo as informações apresentadas, para substituir a energia nuclear utilizada é necessário, por exemplo, aumentar a energia proveniente do gás natural em cerca de



- a) 10%.
 b) 18%.
 c) 25%.
 d) 33%.
 e) 50%.

A energia nuclear corresponde a aproximadamente 10% de toda a energia produzida no mundo, segundo o gráfico. Já a energia produzida pelo gás natural corresponde a aproximadamente 20%. Assim, para substituir os 10% da energia nuclear, o gás natural deverá passar a produzir 30% da energia mundial, tendo um aumento de 50% de sua produção.

4. Enem 2000 – As sociedades modernas necessitam cada vez mais de energia. Para entender melhor a relação entre desenvolvimento e consumo de energia, procurou-se relacionar o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de vários países com o consumo de energia nesses países. O IDH é um indicador social que considera a longevidade, o grau de escolaridade, o PIB (Produto Interno Bruto) *per capita* e o poder de compra da população. Sua variação é de 0 a 1. Valores do IDH próximos de 1 indicam melhores condições de vida. Tentando-se estabelecer uma relação entre o IDH e o consumo de energia *per capita* nos diversos países, no biênio 1991-1992, obteve-se o gráfico abaixo, onde cada ponto isolado representa um país, e a linha cheia, uma curva de aproximação.



GOLDEMBERG, José. LUCON, Oswaldo. *Energia, meio ambiente e desenvolvimento*. 3. ed. São Paulo: Edusp, 2008.

Com base no gráfico, é correto afirmar que:

- a) quanto maior o consumo de energia *per capita*, menor é o IDH.
 b) os países onde o consumo de energia *per capita* é menor que 1 TEP não apresentam bons índices de desenvolvimento humano.



c) existem países com IDH entre 0,1 e 0,3 com consumo de energia *per capita* superior a 8 TEP.

d) existem países com consumo de energia *per capita* de 1 TEP e de 5 TEP que apresentam aproximadamente o mesmo IDH, cerca de 0,7.

e) os países com altos valores de IDH apresentam um grande consumo de energia *per capita* (acima de 7 TEP).

Podemos observar no gráfico que existem dois pontos bem distintos. Um está na direção de 1 TEP e próximo ao IDH 0,7 e o outro próximo de 5 TEP e relacionado ao IDH de aproximadamente 0,7. Isso é afirmado na proposição D.

5. Enem 1999 – Muitas usinas hidroelétricas estão situadas em barragens. As características de algumas das grandes represas e usinas brasileiras estão apresentadas no quadro abaixo.

Usina	Área alagada (km ²)	Potência (MW)	Sistema hidrográfico
Tucuruí	2430	4240	Rio Tocantins
Sobradinho	4214	1050	Rio São Francisco
Itaipu	1350	12600	Rio Paraná
Ilha Solteira	1077	3230	Rio Paraná
Furnas	1450	1312	Rio Grande

A razão entre a área da região alagada por uma represa e a potência produzida pela usina nela instalada é uma das formas de estimar a relação entre o dano e o benefício trazidos por um projeto hidroelétrico. A partir dos dados apresentados no quadro, o projeto que mais onerou o ambiente em termos de área alagada por potência foi

a) Tucuruí.

b) Furnas.

c) Itaipu.

d) Ilha Solteira.

e) Sobradinho.

Nota-se que a usina de Sobradinho tem uma área represada muito grande para a potência produzida. Para isso, faz-se a divisão entre a área e a potência.

$$\text{Tucuruí} \quad 2430/4240 = 0,57$$

$$\text{Sobradinho} \quad 4214/1050 = 4,01$$

$$\text{Itaipu} \quad 1350/12600 = 0,10$$

$$\text{Ilha Solteira} \quad 1077/3230 = 0,33$$

$$\text{Furnas} \quad 1450/1312 = 1,10$$

Grade de correção das questões

A **questão 1** habilita o aluno a identificar a relação da tensão elétrica, a corrente e a potência dissipada nas redes de transmissões de energia elétrica, compreendendo o porquê de elas serem feitas em altas-tensões.

A **questão 2** habilita o aluno a reconhecer os tipos de fontes renováveis e algumas características de tipos diferentes de usinas de energia elétrica, como a hidrelétrica, a eólica e a solar.

A **questão 3** permite ao aluno compreender as modificações que podem ocorrer na utilização de determinada fonte de energia para a substituição de outra, mostrando que, às vezes, isso não é fácil de ser feito. Observação: as respostas *e* e *d* seriam aceitáveis, dada a imprecisão na leitura do gráfico.

A **questão 4** habilita o aluno a compreender a relação entre o Índice de Desenvolvimento Humano e o consumo de energia por

determinados países, mostrando que o consumo de energia pode influenciar no IDH de um país.

A **questão 5** habilita o aluno a avaliar a relação entre impactos ambientais e o benefício trazido pela usina hidrelétrica, mostrando de maneira clara como se pode efetuar essa avaliação.

PROPOSTAS DE SITUAÇÕES DE RECUPERAÇÃO

O principal objetivo deste Caderno é apresentar aos estudantes os campos elétricos e magnéticos e suas relações com a matéria. Com esses conceitos, são feitas aplicações no funcionamento de geradores e motores elétricos, visando principalmente às formas de produção e consumo de eletricidade em grande escala. Embora haja várias habilidades e competências trabalhadas nas atividades propostas, pelo menos as seguintes devem ser garantidas:

1. Relacionar a variação do fluxo do campo magnético com a geração de corrente elétrica.
2. Compreender a evolução histórica do conceito de campo e a sua importância na unificação do eletromagnetismo.
3. Reconhecer as leis do eletromagnetismo no funcionamento dos motores e dos geradores.
4. Compreender a transformação de energia para se obter a energia elétrica nas diversas usinas, reconhecendo as características que diferenciam cada processo de transformação.
5. Identificar os impactos ambientais e avaliar a relação custo-benefício dos processos produtivos.

Caso essas habilidades não tenham sido alcançadas pelos estudantes sugerimos três estratégias para recuperação.

1. Desenvolvimento de duas atividades experimentais

- a) Construção de uma campainha (eletroímã). O roteiro para sua elaboração pode ser obtido em: *Leituras de Física do Gref - Eletromagnetismo*, n. 16, p. 62. Disponível em: <<http://www.if.usp/gref/eletromagnetismo.html>>. Acesso em 16 mar. 2009.
- b) Reelaboração da Situação de Aprendizagem 3 ou uso de um roteiro modificado para ser demonstrado em sala de aula. O roteiro encontra-se disponível em: NUPIC. *Curso dualidade onda-partícula*, bloco V, recurso de ensino 3 (<<http://nupic.incubadora.fapesp.br/portal>>).

2. Seleção de questões

Selecione algumas questões propostas em cada um dos três temas deste Caderno e refaça com os alunos ou selecione exercícios semelhantes de livros didáticos.

3. Debate sobre fontes de energia

Refaça a Situação de Aprendizagem 8, porém explore a matriz energética de outra maneira. Divida os alunos em três grupos e proponha o seguinte problema: suponha que não haverá energia suficiente para manter a atual taxa de crescimento do país nos próximos anos. Dois grupos podem elaborar um plano de investimento para a produção de energia, optando entre as alternativas energéticas (hidrelétricas, termelétricas, eólicas etc.). O terceiro grupo deverá avaliar as propostas dos outros dois. Incentive os alunos a buscar mais informações nas diversas fontes de consulta.



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. A lista é formada por referências citadas no corpo das atividades.

Nos *sites* e livros que seguem existe material de apoio para complementar o planejamento das aulas e espaços particulares para consulta de materiais de ensino que ampliam as discussões propostas em todos os Cadernos.

Livros

BERMANN, Célio. *Energia no Brasil: para quê? Para quem? – Crise e alternativas para um país sustentável*. São Paulo: Livraria da Física/Fase, 2001.

Apresenta muitos dados sobre energia elétrica no Brasil, focalizando a questão do desenvolvimento sustentável.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. *Energia, meio ambiente e desenvolvimento*. 3. ed. São Paulo: Edusp, 2008.

O livro aborda a questão da energia de forma aprofundada, correlacionando-a a questões econômicas e à degradação ambiental, discutindo suas causas e possíveis soluções. Traz dados úteis para o professor que quiser trabalhar com seus alunos a problemática da energia, não apenas no aspecto da sua produção. Um artigo com parte do conteúdo do livro pode ser acessado pelo *site*: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141998000200002&lng=pt&nrm=iso>.

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA - GREF. *Leituras de Física 3 – Eletromagnetismo*. 3. ed. São Paulo: Edusp, 1998.

No livro do Gref a eletricidade e o magnetismo são abordados de uma forma diferenciada da maioria dos livros didáticos. Os temas são apresentados predominantemente de forma qualitativa, mas introduzindo os formalismos e modelos teóricos necessários. Os conteúdos são contextualizados, procurando dar significado e fazer relações com o universo vivencial dos alunos. Ao final de cada capítulo, são apresentadas questões e problemas que tratam dos conteúdos centrais do eletromagnetismo trabalhados. Há sugestões de experimentos e de outras atividades.

REIS, Lineu Belico dos; SILVEIRA, Semida (Orgs.) *Energia elétrica para o desenvolvimento sustentável*. São Paulo: Edusp, 2000. (Coleção Acadêmica.)

O gerenciamento de recursos energéticos é o assunto deste livro, que enfoca a problemática da energia elétrica dentro do paradigma do desenvolvimento sustentável. Os autores apresentam um panorama geral sobre geração, distribuição e consumo das diversas fontes de energia, em uma abordagem essencialmente voltada para a realidade brasileira, tratando tanto de aspectos técnicos como socioambientais.

RIVAL, Michael. *Os grandes experimentos científicos*. Tradução de Lucy Magalhães. Rio de Janeiro: Zahar, 1997. (Coleção Ciência e Cultura.)

Cerca de 40 experimentos fundadores de campos diversos da ciência são descritos no livro, situando-os entre os conhecimentos e as indagações relativos ao tema na época, descrevendo os procedimentos utilizados e as principais conclusões. Pode ser útil na discussão de aspectos da evolução histórica e da investigação na ciência.



Sites

Aneel. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 11 fev. 2009.

Site da Agência Nacional de Energia Elétrica. É possível encontrar informações e dados sobre a produção e consumo de energia elétrica no Brasil.

Eletrobrás. Disponível em: <<http://www.eletrobras.gov.br/elb/portal/main.asp>>. Acesso em: 11 fev. 2009.

É possível encontrar dados sobre a matriz energética brasileira, informações sobre a produção e o consumo de energia no país, além de dados característicos das principais usinas hidrelétricas.

Laboratório Didático Virtual - Labvirt. Disponível em: <<http://www.labvirt.fe.usp.br/>>. Acesso em: 11 fev. 2009.

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

- ▶ Na Situação de Aprendizagem 6, pode-se sugerir, como atividade complementar, o uso do O. A. que relaciona a produção de energia elétrica com o tamanho da barragem e a vazão dela. Esses objetos de aprendizagem podem ser encontrados no endereço: <http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim_energia_hidreletrica.htm>. Acesso em: 11 fev. 2009. E em: <http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim_energia_represa.htm>. Acesso em: 28 ago. 2008.

NuPIC. Disponível em: <<http://nupic.incubadora.fapesp.br/portal>>. Acesso em: 11 fev. 2009.

Site virtual do núcleo de pesquisa em Inovação Curricular da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Contém sequências de ensino, propostas de atividades, objetos virtuais de aprendizagem, vídeos sobre atividades e montagens experimentais. Na pá-

gina principal, o item PCSP contém material específico para algumas Situações de Aprendizagem dos Cadernos desta coleção.

PEC/PEBII. Disponível em: <paje.fe.usp.br/estrutura/pec/>. Acesso em: 11 fev. 2009.

Espaço originário do Programa de Formação Continuada de Professores do Ensino Médio de Física. Contém os cadernos utilizados nos cursos, com textos para leitura e propostas de atividades de ensino.

- ▶ Auxílio para o desenvolvimento da Situação Aprendizagem 6: módulo 2, sessão 5. Disponível em: <http://www.vanzolini-ead.org.br/pecem/fis/index_m2s5.htm>. Acesso em: 11 fev. 2009.
- ▶ Auxílio para o desenvolvimento da Situação Aprendizagem 7: módulo 2, sessão 5. Disponível em: <http://www.vanzolini-ead.org.br/pecem/fis/index_m2s5.htm>. Acesso em: 11 fev. 2009.

Profis. Disponível em: <http://www.if.usp.br/profis/gref_leituras.html>. Acesso em: 11 fev. 2009.

Espaço de apoio, pesquisa e cooperação de professores de Física para promover projetos e atividades complementares. Engloba diversas matérias de ensino de Física e oferece banco de teses e trabalhos na área de ensino, calendário de eventos e todo material desenvolvido pelo Gref.

- ▶ Como leitura complementar da Situação de Aprendizagem 4, utilize o texto das p. 53-56. *Leituras de Física do Gref – Eletromagnetismo.*
- ▶ Sugestão de leitura da Situação de Aprendizagem 5: páginas 82 a 84. *Leituras de Física do Gref – Eletromagnetismo.*
- ▶ Sugestão de leitura da Situação de Aprendizagem 6: página 78. *Leituras de Física do Gref – Eletromagnetismo.*
- ▶ Sugestão de leitura da Situação de Aprendizagem 7: páginas 77 a 80. *Leituras de Física do Gref – Eletromagnetismo.*



Pró-Universitário Física. Disponível em: <<http://naeg.prg.usp.br/puni/disciplinas/fisica/homedefisica/index.htm>>. Acesso em: 11 fev. 2009.

Programa de apoio aos estudantes do Ensino Médio, ministrado por estudantes de licenciatura da Universidade de São Paulo. Contém o material produzido para uso com estudantes do Ensino Médio, em sua maioria textos e questões.

- Sugestão de leitura da Situação de Aprendizagem 5: módulo 4, unidade 2, p. 37-38.

Rived. Disponível em: <<http://www.rived.mec.gov.br>>. Acesso em: 11 fev. 2009.

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