



ensino fundamental  
**7ª SÉRIE**  
volume 4 - 2009

caderno do  
**PROFESSOR**

# CIÊNCIAS



## 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 Padua

Coordenadora de Estudos e Normas  
Pedagógicas  
Valéria de Souza

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

Coordenador 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 René 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 Lisboa, 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, 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,  
Sonia Salem e Yassuko Hosoume

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

##### Linguagens, Códigos e suas Tecnologias

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

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

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

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

##### Matemática

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

##### Caderno do Gestor

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

##### Equipe de Produção

**Coordenação Executiva:** Beatriz Scavazza  
**Assessores:** Alex Barros, 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,  
Ruy César Pietropaolo, Solange Wagner Locatelli e  
Vanessa Dias Moretti

##### Equipe Editorial

**Coordenação Executiva:** Angela Sprenger  
**Assessores:** Denise Blanes e Luis Márcio Barbosa  
**Projeto Editorial:** Zuleika de Felice Murrice  
**Edição e Produção Editorial:** Conexão Editorial,  
Edições Jogo de Amarelinha, Adesign e Occy Design  
(projeto gráfico)

##### APOIO

FDE – Fundação para o Desenvolvimento da Educação

##### CTP, Impressão e Acabamento

Imprensa Oficial do Estado de São Paulo

A 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.

Catalogação na Fonte: Centro de Referência em Educação Mario Covas

S239c São Paulo (Estado) Secretaria da Educação.  
Caderno do professor: ciências, ensino fundamental – 7a série, volume 4 / Secretaria da Educação; coordenação geral, Maria Inês Fini; equipe, Cristina Leite, João Carlos Miguel Tomaz Micheletti Neto, Maira Batistoni e Silva, Maria Augusta Querubim Rodrigues Pereira, Renata Alves Ribeiro, Yassuko Hosoume. – São Paulo : SEE, 2009.  
ISBN 978-85-7849-393-6  
1. Ciências 2. Ensino Fundamental 3. Estudo e ensino I. Fini, Maria Inês. II. Leite, Cristina. III. Micheletti Neto, João Carlos Miguel Tomaz. IV. Silva, Maira Batistoni e. V. Pereira, Maria Augusta Querubim Rodrigues. VI. Ribeiro, Renata Alves. VII. Hosoume, Yassuko. VIII. Título.

CDU: 373.3:5

Caras professoras e caros professores,

Este exemplar do Caderno do Professor completa o trabalho que fizemos de revisão para o aprimoramento da Proposta Curricular de 5<sup>a</sup> a 8<sup>a</sup> séries do Ensino Fundamental – Ciclo II e do Ensino Médio do Estado de São Paulo.

Graças às análises e sugestões de todos os professores pudemos finalmente completar um dos muitos recursos criados para apoiar o trabalho em sala de aula.

O conjunto dos Cadernos do Professor constitui a base estrutural das aprendizagens fundamentais a serem desenvolvidas pelos alunos.

A riqueza, a complementaridade e a marca de cada um de vocês nessa elaboração foram decisivas para que, a partir desse currículo, seja possível promover as aprendizagens de todos os alunos.

Bom trabalho!

**Paulo Renato Souza**

Secretário da Educação do Estado de São Paulo

# SUMÁRIO

<b>São Paulo faz escola – Uma Proposta Curricular para o Estado</b>	<b>5</b>
<b>Ficha do Caderno</b>	<b>7</b>
<b>Orientação sobre os conteúdos do Caderno</b>	<b>8</b>
<b>Tema 1 – Energia: fontes, obtenção, usos e propriedades</b>	<b>9</b>
Situação de Aprendizagem 1 – A eletricidade no dia a dia	9
Situação de Aprendizagem 2 – A energia elétrica em nossa casa	15
Situação de Aprendizagem 3 – Os cuidados no uso da eletricidade	19
Situação de Aprendizagem 4 – Fontes e produção de energia elétrica	24
<b>Tema 2 – Energia armazenada nos materiais</b>	<b>33</b>
Situação de Aprendizagem 5 – Transportes, combustíveis e eficiência	33
Propostas de questões para aplicação em avaliação final	41
Propostas de Situações de Recuperação	44
Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno para a compreensão do tema	48

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

Caros(as) professores(as),

Este volume dos Cadernos do Professor completa o conjunto de documentos de apoio ao trabalho de gestão do currículo em sala de aula enviados aos professores em 2009.

Com esses documentos, a Secretaria espera apoiar seus professores para que a organização dos trabalhos em sala de aula seja mais eficiente. Mesmo reconhecendo a existência de classes heterogêneas e numerosas, com alunos em diferentes estágios de aprendizagem, confiamos na capacidade de nossos professores em lidar com as diferenças e a partir delas estimular o crescimento coletivo e a cooperação entre eles.

A estruturação deste volume dos Cadernos procurou mais uma vez favorecer a harmonia entre o que é necessário aprender e a maneira mais adequada, significativa e motivadora de ensinar aos alunos.

Reiteramos nossa confiança no trabalho dos professores e mais uma vez ressaltamos o grande significado de sua participação na construção dos conhecimentos dos alunos.

**Maria Inês Fini**

Coordenadora Geral  
Projeto São Paulo Faz Escola



# FICHA DO CADERNO

## Energia no cotidiano e no sistema produtivo

<b>Nome da disciplina:</b>	Ciências
<b>Área:</b>	Ciências da Natureza e suas Tecnologias
<b>Etapa da educação básica:</b>	Ensino Fundamental
<b>Série:</b>	7 <sup>a</sup>
<b>Volume:</b>	4
<b>Temas e conteúdos:</b>	Energia elétrica no cotidiano  Cálculos e estimativas de consumo residencial de energia elétrica  Circuito elétrico  Risco e segurança no uso de eletricidade; transformações de energia para obtenção da eletricidade; impactos ambientais e sustentabilidade  Recursos energéticos  Transportes, combustíveis e eficiência

## ORIENTAÇÃO SOBRE OS CONTEÚDOS DO CADERNO

Utilizamos energia elétrica em quase tudo que fazemos em nosso dia a dia. Quando acendemos a luz e ligamos a TV para assistir a um programa, quando secamos o cabelo com secador ou quando ligamos o ventilador para nos refrescar, estamos utilizando a energia elétrica.

Introduzir o tema “Energia: fontes, obtenção, usos e propriedades” no último ciclo do Ensino Fundamental tem por objetivo a construção de um panorama das fontes, da produção e dos usos que fazemos da eletricidade em nosso dia a dia, a partir de noções e conceitos básicos sobre o consumo de energia, sobre algumas características dos aparelhos elétricos e sobre os processos de obtenção e transformação de energia. A discussão desse tema visa também conscientizar os alunos para o uso adequado de aparelhos elétricos e o reconhecimento de situações de risco envolvendo eletricidade.

A identificação das diferentes fontes de energia, assim como a compreensão de seus usos por meio de tecnologias, visa promover nos jovens competências para que possam ter condições, por exemplo, de avaliar benefícios e riscos decorrentes desses usos, assim como os efeitos sobre a saúde humana e sobre o ambiente.

Para isso, as atividades aqui propostas pretendem proporcionar uma viagem pelos caminhos da eletricidade. Iniciaremos pelos usos da energia elétrica em nosso dia a dia. Estimamos consumos de energia a partir de uma grandeza que caracteriza todos os aparelhos elétricos: a potência. Depois, passamos a investigar alguns componentes do circuito elétrico residencial (interruptores e tomadas) com suas funções. Avaliamos os riscos de acidentes com eletricidade e enumeramos orientações sobre o uso seguro da energia elétrica. Investigamos, ainda, as fontes e algumas diferentes formas de geração

de eletricidade, avaliando argumentos favoráveis e desfavoráveis à utilização de cada uma delas, propondo uma discussão sobre desenvolvimento sustentável e uso racional de energia. Por fim, analisamos o uso da energia pelo homem ao longo da história e a eficiência energética.

Entre as habilidades e competências enfatizadas neste Caderno estão a leitura, a interpretação e a produção de textos. Dá-se ênfase às possibilidades interdisciplinares com as áreas da linguagem e das humanidades, em especial com a geografia. Procuramos, ainda, por meio das Situações de Aprendizagem propostas, desenvolver o uso da linguagem científica, a construção e a aplicação de conceitos para a compreensão dos princípios de geração de energia elétrica, a seleção, organização, interpretação de dados e informações representados de diferentes formas, para construir argumentação consistente.

Para isso, empregamos uma diversidade de estratégias, que incluem leitura, debates em sala de aula, atividades experimentais, produção de sínteses e de materiais visuais e produção escrita.

Em todas as Situações de Aprendizagem, propõe-se a produção de trabalhos concretos, seguindo uma série de etapas, nas quais o professor tenha condições de acompanhar não apenas a participação dos estudantes, mas também o nível de compreensão conceitual e o desenvolvimento das habilidades e competências envolvidas. Entre os tipos de produção solicitados aos estudantes, estão a realização de atividades experimentais, a descrição de observações, a elaboração de sínteses, a exposição oral, a participação em debates, entre outras. Assim, as oportunidades de avaliação são diversas, e ocorrem em diferentes momentos.

# TEMA 1 – ENERGIA: FONTES, OBTENÇÃO, USOS E PROPRIEDADES

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1 A ELETRICIDADE NO DIA A DIA

Esta primeira Situação de Aprendizagem está dividida em duas partes. Na primeira delas, apresentamos uma forma de sensibilizar os alunos para uma discussão sobre as maneiras de utilização da energia elétrica em nosso cotidiano. O objetivo desta primeira parte é mapear o universo de conhecimentos do aluno relacionados a esse tema, partindo da identificação de situações ou atividades de seu dia a dia que dependam da energia elétrica, como acender uma lâmpada, tomar banho quente, ver TV, ouvir rádio etc. Esse

levantamento inicial também oferece um panorama dos elementos que serão estudados no tema “Energia: fontes, obtenção, usos e propriedades”.

Na segunda parte da Situação de Aprendizagem, apresentamos uma discussão sobre como podemos medir o consumo de energia dos aparelhos elétricos que são utilizados em nosso cotidiano. A ideia é introduzir e discutir o conceito de consumo de energia a partir do conceito de potência elétrica.

**Tempo previsto:** 5 aulas.

**Conteúdos e temas:** aparelhos elétricos (identificação); energia elétrica; potência elétrica e consumo de energia.

**Competências e habilidades:** identificar e reconhecer os usos que são feitos da energia elétrica no cotidiano; classificar as tecnologias que utilizam eletricidade em função de seus usos; identificar a importância da classificação no estudo sistematizado de um tema; analisar qualitativamente dados referentes à grandeza potência elétrica; reconhecer e utilizar corretamente a nomenclatura e a unidade de potência.

**Estratégias:** sensibilização inicial; levantamento de objetos e coisas pertencentes ao mundo do aluno; trabalho em grupo; discussão compartilhada.

**Recursos:** lápis de cor; giz de cera; cartolina; aparelhos elétricos (secador de cabelo, ferro de passar, rádio à pilha etc.); tabela de “potências médias” de aparelhos elétricos.

**Avaliação:** participação dos alunos nas atividades em grupo e nas discussões compartilhadas em classe; atividade para casa.

## Sensibilização e levantamento

Para dar início à primeira atividade, pode-se dividir a classe em pequenos grupos e pedir que os alunos pensem sobre as seguintes questões: *No seu dia a dia, que tipo de atividade depende da energia elétrica para ser realizada? Como seria o seu dia sem eletricidade?* A ideia é que os alunos percebam, reconheçam e compartilhem, a partir das discussões em grupo, as formas de uso da eletricidade em seu cotidiano. As questões podem ser respondidas em forma de **desenho ou texto**. Se eles fizerem desenhos, pode-se solicitar que, ao lado do **desenho**,

apresentem uma **legenda** e uma **justificativa** da escolha feita.

Após os alunos terem respondido às questões, solicite que formem um grande grupo para compartilhar as anotações e os desenhos feitos. À medida que eles forem dando as respostas, pode-se anotá-las no quadro, montando uma espécie de lista de atividades realizadas no dia a dia que dependem de **energia elétrica** (ou que a utilizem). A tabela abaixo apresenta um exemplo de atividades ou situações que podem ser colocadas pelos alunos.

### Uso da eletricidade no cotidiano

Tomar banho quente	Esquentar comida no forno de micro-ondas
Gelar um refrigerante	Tocar a campainha
Acender a luz	Utilizar o computador
Ver TV, ouvir rádio	Lavar roupa na máquina de lavar
Secar o cabelo com o secador	Passar roupa

A partir desse levantamento inicial, pode-se encaminhar a discussão para os equipamentos que necessitam de energia elétrica para funcionar. A própria tabela nos fornece elementos para iniciar a listagem desses equipa-

mentos, como chuveiro, geladeira, lâmpada, aparelhos de TV e rádio, secador etc. Se for o caso, ajude-os a completar a lista. A tabela a seguir nos mostra um exemplo de aparelhos que podem surgir dessa discussão.

### Lista de alguns aparelhos elétricos de nosso cotidiano

Chuveiro	Secador	Ventilador	TV
Geladeira	Torradeira	Luminária	Liquidificador
Lâmpada	Campainha	Ar-condicionado	Forno de micro-ondas
Rádio	Ferro de passar	Aspirador de pó	Máquina de lavar

É importante apontar  embora todos esses aparelhos utilizem energia elétrica para funcionar, eles apresentam funções diferentes, algumas delas levantadas pelos próprios alunos ao identificar a presença da eletricidade em seu dia a dia. Essa discussão é o passo para a fase seguinte de nossa atividade: a classificação e a organização desse conjunto de aparelhos segundo critérios estabelecidos conjuntamente.

### Classificação

Depois do levantamento, vamos organizar a lista de aparelhos de acordo com semelhanças e diferenças. Para fazer essa organização,

precisamos estabelecer alguns critérios, que podem ser construídos pelos alunos, embora seja muito importante apresentar a eles exemplos de classificação. Para isso, sugerimos questões como: *Esses aparelhos têm as mesmas funções? Quais desses aparelhos são usados para aquecer algo? E para resfriar? Podemos classificar os aparelhos somente entre aqueles que aquecem algo e aqueles que resfriam? O que fica faltando?* E assim, pode-se encaminhar a discussão, instigando os alunos a acharem “categorias” nas quais os aparelhos possam ser agrupados de acordo com características comuns. Apresentamos em seguida algumas sugestões de como organizar e classificar esses aparelhos.

### Proposta de classificação dos aparelhos elétricos

#### Aparelhos que são usados para...

Aquecer	Resfriar	Cozinhar	Iluminar	Limpar	Entreter
Chuveiro	Geladeira	Torradeira	Luminária	Lavadora	Rádio
Ferro de passar	Ar-condicionado	Forno de micro-ondas	Lâmpada	Aspirador de pó	TV
Aquecedor	...	Fogão elétrico	...	...	Computador
Secador	...	...	...	...	...

#### Aparelhos que, quando funcionam, produzem...

Aquecimento	Resfriamento	Movimento	Comunicação	Iluminação
Chuveiro	Geladeira	Ventilador	Rádio	Lâmpada
Lâmpada	Ar-condicionado	Liquidificador	TV	Luminária
Aquecedor	Ventilador	Batedeira	Computador	...
Torradeira	...	...	...	...



A classificação é uma forma de sistematizar o conhecimento dos alunos. Ao classificarem os objetos presentes em seu cotidiano, eles refletem sobre as funções desses aparelhos, seus usos, suas características, atentando para suas semelhanças e diferenças. Cabe ressaltar que essa classificação não é exclusiva, ou seja, um mesmo objeto pode aparecer em uma ou mais categorias. Por exemplo, lâmpada pode aparecer em aquecimento (uma vez que seu filamento é aquecido quando acesa) e em iluminação. Uma ideia interessante é recortar conjuntos de pequenos cartões com o nome de aparelhos e distribuir esses conjuntos para os grupos de alunos para que eles os organizem de acordo com os critérios que criarem. No momento de partilha dos grupos, cada um deles pode apresentar a sua classificação, expondo para a classe os critérios utilizados.



Após a classificação dos objetos, pode-se iniciar uma discussão sobre a energia elétrica que é consumida no uso desses aparelhos. Nessa discussão, serão brevemente trabalhados os conceitos de medida de potência e de tempo para a estimativa do consumo de eletricidade. Para isso, pergunte aos alunos qual é o aparelho que eles imaginam que gasta mais energia elétrica no nosso dia a dia. A lâmpada? A geladeira? O chuveiro? Como podemos saber o que gasta mais energia? Como calcular o quanto consumimos de energia elétrica em nosso dia a dia? Esse é um momento para você avaliar e discutir as ideias e as hipóteses de como os alunos imaginam ser possível medir ou calcular o consumo de energia desses aparelhos elétricos, indicando grandezas e propondo metodologias.

### Consumo de energia – Potência elétrica e relógio de luz

Para responder às questões anteriores, precisamos primeiro entender que o consumo de energia elétrica depende, além do tempo de utilização, de uma característica dos diferentes

aparelhos elétricos chamada **potência**. A potência dos aparelhos é expressa em Watts (W) e quase todos trazem essa informação impressa em suas embalagens, em chapinhas ou etiquetas de fabricação neles afixadas ou nos manuais de instrução. O quadro a seguir apresenta um exemplo de como essa informação aparece no manual de um forno de micro-ondas.



Dados Técnicos	
Tensão (V)	127V/220V
Capacidade (litros)	17
Frequência (Hz)	60
Frequência das micro-ondas (MHz)	2 450
<b>Potência de consumo (W)</b>	<b>1050/1 150</b>
Corrente (A)	8,3/5,2
Peso (Kg)	12,2
Altura (mm)	280
Largura (mm)	461
Profundidade (mm)	373
Diâmetro do prato (mm)	245

Indicações das características de um micro-ondas, com um destaque dado à potência (Fonte: Eletropaulo).

Pode-se levar para a sala de aula um aparelho elétrico qualquer, como um secador de cabelo, um ferro de passar, um aparelho de rádio, uma lâmpada ou outros, e mostrar para os alunos onde aparece impressa a medida de potência desses aparelhos. Alguns manuais de instrução também podem ser levados para esse fim. A ideia é destacar a representação da potência a partir de aparelhos e objetos conhecidos. Alguns alunos podem fazer perguntas sobre as outras grandezas que aparecem nesses impressos, como voltagem (V), corrente elétrica ou amperagem (A), frequência (Hz) etc. Vale a pena dizer que essas grandezas



também representam características desses aparelhos. Porém, como o objetivo nesse momento é calcular o consumo de energia, a potência é a grandeza que nos interessa. Nessa discussão, pode-se ressaltar a importância da leitura atenta dos manuais de instrução para o uso correto e seguro dos aparelhos elétricos. Mas como é medido o consumo de energia elétrica? Para responder a essa pergunta, uma sugestão é levar os alunos para observar o relógio de luz da escola.



Figura 1 – Relógio de luz.

É esse aparelho que registra o consumo de energia elétrica. Geralmente, ele fica do lado de fora das residências, para que o funcionário da companhia elétrica possa fazer a leitura e anotar o consumo. É importante ressaltar para os alunos que o relógio de luz registra a soma do consumo de todos os aparelhos elétricos da casa, incluindo as lâmpadas. Na leitura, o funcionário anota a posição de cada um dos ponteiros. Para determinar o consumo mensal da residência, ele calcula a diferença entre o valor dessa leitura e aquele encontrado na leitura realizada no mês anterior.

**Atenção:** As atividades propostas devem ser realizadas sempre sob a supervisão de um adulto.

Como proposta de atividade para casa, pode-se solicitar aos alunos que verifiquem, com a ajuda de um adulto, quais aparelhos elétricos consomem mais energia, a partir da observação do movimento do disco do relógio de luz. Para isso, devem realizar os passos a seguir:

1. Primeiro, é necessário desligar todos os aparelhos elétricos das tomadas e todos os interruptores de luz da residência.
2. Depois, deve-se ligar um aparelho de cada vez e observar o que acontece com o disco do relógio de luz. Pode-se ligar apenas uma lâmpada e verificar o que ocorre. A rapidez com que o disco gira indica a quantidade de energia que está sendo consumida.
3. Em seguida, desligamos a lâmpada e ligamos o chuveiro elétrico, por exemplo, ou o ferro de passar.
4. Podemos repetir o mesmo procedimento para diferentes aparelhos: geladeira, abajur, secador de cabelo, ventilador, liquidificador, forno de micro-ondas etc. A ideia é observar o que acontece com o mostrador do relógio de luz cada vez que um aparelho diferente é ligado.
5. Solicite aos alunos que anotem as observações, indicando os aparelhos que foram testados e colocando-os em ordem crescente de consumo. Novamente, é importante ressaltar que essa atividade deve ser realizada na presença de um adulto. É importante que os alunos tragam o resultado de suas observações para a aula seguinte.

Para finalizar a atividade, pode-se fazer uma comparação entre os resultados das observações dos alunos e a potência dos aparelhos observados. Para isso, peça primeiro que coloquem os aparelhos em ordem crescente (ou decrescente) de consumo em função da observação feita a partir do relógio de

luz. Depois, peça o mesmo para as observações dos valores de potência. Desse modo, é possível que estabeleçam uma relação entre a potência dos aparelhos e a rapidez de giro do disco do relógio de luz.

A tabela seguinte apresenta uma lista das potências médias de alguns aparelhos de uso comum. Por meio dela, é possível complementar a lista que fizeram, na ordem crescente ou decrescente de consumo.

### Potência média de alguns aparelhos elétricos

Aparelhos	Watts	Aparelhos	Watts
Aparelho de som	80	Secador de cabelo pequeno	600
Batedeira de bolo	120	Secadora de roupa grande	3 500
Chuveiro elétrico	3 500	Secadora de roupa pequena	1 000
Computador/impressora	180	Torneira elétrica	3 500
Espremedor de frutas	65	Torradeira	800
Exaustor do fogão	170	TV em cores 14"	60
Exaustor de parede	110	TV em cores 18"	70
Ferro elétrico automático	1 000	TV em cores 20"	90
Forno de micro-ondas	1 200	TV em cores 29"	100
Liquidificador	300	Ventilador de teto	120
Multiprocessador	420	Ventilador pequeno	65
Rádio elétrico grande	45	Videocassete	10
Rádio elétrico pequeno	10	DVD	49
Rádio relógio	5	Videogame	15

Fonte: Eletropaulo.

Peça, então, para que os alunos concluem, a partir de suas observações, as características comuns aos aparelhos que consomem mais energia ou aos que consomem menos energia. A ideia é que associem tanto a rapidez do giro do disco no relógio de luz, quanto a potência dos aparelhos ao tipo de função que têm, especialmente nas três categorias: aquecimento, movimento e comunicação. O objetivo é que percebam que, de um modo geral, os aparelhos com a função de **aquecimento** consomem mais energia; os que são utilizados para

**movimentar** consomem menos que os anteriores; e os **comunicadores** são os que menos consomem energia.

Em seguida, pode-se questioná-los sobre outros fatores que interferem no consumo. É bem possível que se lembrem do “tempo” de uso desses aparelhos. Se necessário, proponha perguntas como: *O que mais pode influenciar o consumo de energia elétrica em uma residência? Por que se recomenda que as lâmpadas sejam acesas apenas quando necessário, ou que*

*não fiquemos muito tempo usando o chuveiro?  
Será que o consumo depende de quantas pessoas moram na residência?*

### Síntese e fechamento

Pode-se agora realizar, com os alunos, uma síntese do que foi feito nesta Situação de Aprendizagem, atentando para os conceitos apresentados e as discussões realizadas.

Com a classe dividida em grupos de três ou quatro alunos, uma proposta é a elaboração de um texto que resuma o que foi trabalhado. Nessa síntese, é importante que organizem os dados e as observações realizadas, bem como suas conclusões sobre que tipos de aparelhos consomem mais ou menos energia, a relação do consumo com o giro do relógio de luz e com a potência e os fatores que influenciam o consumo.



## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 2 A ENERGIA ELÉTRICA EM NOSSA CASA

Nesta Situação de Aprendizagem, vamos investigar como a eletricidade “caminha” em nossas casas. Introduziremos conceitos, como o de **corrente elétrica**, de maneira qualitativa, para investigarmos o circuito elétrico de alguns sistemas simples, como lanternas e luminá-

rias. Iniciaremos nossa discussão apontando componentes de um circuito que são utilizados diariamente pelos alunos, como tomadas e interruptores. Em seguida, construiremos um circuito simples para ilustrar o funcionamento de uma lâmpada e de uma luminária.

**Tempo previsto:** 4 aulas.

**Conteúdos e temas:** circuito elétrico; corrente elétrica; curto-circuito; energia elétrica.

**Competências e habilidades:** desenvolver modelos explicativos sobre componentes do circuito elétrico; associar experimentos sobre eletricidade com aparelhos elétricos e seus componentes; identificar variáveis relevantes para a interpretação e a análise de experimentos sobre eletricidade; produzir textos e esquemas para relatar experiências.

**Estratégias:** atividades experimentais; trabalho em grupo; discussão compartilhada.

**Recursos:** pedaços de fio cabinho (fios de telefone) de 40 cm de comprimento, lâmpadas pequenas de 3V (como as de lanterna), fita adesiva e tesoura sem ponta; tira de metal de lata de refrigerante, um pedaço de madeira ou papelão grosso de 10 cm × 10 cm, duas pilhas de 1,5 V cada.

**Avaliação:** participação dos alunos nas atividades em grupo e nas discussões compartilhadas em classe e na construção dos experimentos.

## Sensibilização e experimento – Circuito elétrico (lanterna)

Podemos iniciar a atividade solicitando que os alunos identifiquem as tomadas e os interruptores de luz existentes na sala de aula. *Para que serve a tomada? E os plugues? E os interruptores de luz?* A ideia é introduzir algumas noções básicas sobre circuito elétrico, a partir de componentes que os alunos estejam habituados a utilizar no dia a dia. Discussões dessa natureza podem favorecer a conscientização dos alunos sobre o uso correto e seguro dos aparelhos elétricos (e também sobre a prevenção de acidentes), assim como sobre os modos de se evitar o desperdício de energia elétrica.

### Aprendendo a acender uma lâmpada – o primeiro circuito

Vale a pena discutir com os alunos que a tomada é uma espécie de “fonte” de energia elétrica da residência e que é nela que ligamos os plugues dos aparelhos elétricos para que funcionem. É interessante questioná-los sobre o que acontece quando apertamos um interruptor de luz. *Por que a lâmpada acende?* Para encontrar uma resposta para essa questão, montaremos um circuito simples.

Vamos precisar de um pedaço de fio cabinho (fios de telefone) de 40 cm de comprimento, uma lâmpada de 3V (daquelas de lanterna), duas pilhas (1,5 V cada), fita adesiva e tesoura sem ponta. Divida a classe em grupos, cada grupo com um conjunto dos materiais necessários para a realização do experimento. É importante que o fio cabinho esteja com as pontas desencapadas. Você pode construir o seu experimento com eles para que tenham uma referência.

Após entregar o conjunto de material (lâmpada, pilha e fios), solicite aos alunos que façam a lâmpada acender. A cada tentativa o

aluno/grupo deve desenhar o arranjo e dizer se acendeu ou não.

Depois, os grupos podem apresentar os desenhos para a classe. Desenhe na lousa os diferentes arranjos e faça uma comparação entre eles, identificando os elementos comuns para que a lâmpada acenda: fios conectados pela parte metálica; um fio no polo positivo e outro no negativo etc. É importante que os alunos percebam a necessidade de se fechar o circuito e que ele não esteja em curto. Mostre que, para a lâmpada acender, a corrente precisa passar por todos os elementos do circuito.

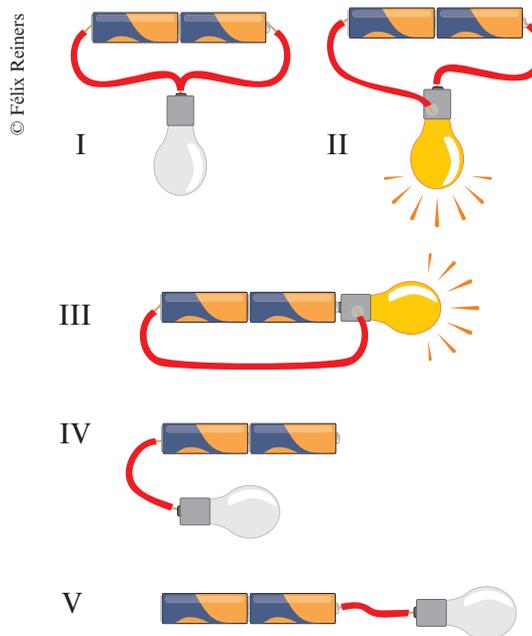


Figura 2 – Algumas possibilidades de montagem experimental do circuito. Apenas os circuitos II e III são capazes de fazer a lâmpada acender.

Na figura anterior, há algumas possibilidades de montagem do circuito que os alunos talvez realizem. Na primeira (I), há um curto-circuito, haverá o aquecimento da pilha e, por consequência, a pilha será descarregada, ou seja, perderá parte de sua energia. Embora na primeira imagem os alunos tenham



## Procedimento

1. Desencape as extremidades dos fios cabinho (você pode entregar os fios com as extremidades já desencapadas para os grupos de alunos).
2. Prenda uma pilha à outra com fita adesiva (polo positivo encostado no polo negativo).
3. Prenda com fita adesiva as pontas de um fio em um dos lados da dupla de pilhas e na lâmpada, conforme imagem representada pelo fio de cor verde.
4. Prenda com fita adesiva uma ponta do fio vermelho na lâmpada e a outra na tachinha.
5. Faça o mesmo com a pilha: prenda uma ponta do fio na pilha e a outra ponta na segunda tachinha.
6. Recorte uma pequena tira de alumínio de uma lata. Use a lixa para retirar a camada de verniz (que é isolante) da tira.
7. Espete uma das tachinhas na lâmina metálica e enfie as duas tachinhas com os fios já enrolados na base, deixando-as um pouco separadas.

Atenção: é necessário cuidado no manuseio de tesoura, tachinhas e tiras de alumínio.

Pronto! Está montado o circuito da sua luminária.

Como fazemos para acendê-la? E para apagá-la? Nesse sistema, quando encostamos a lâmina na outra tachinha, fechamos o circuito e a lâmpada acende. Para apagar a lâmpada, basta desencostar a lâmina metálica. E assim montamos um interruptor! Agora, peça aos alunos para construir uma luminária e apresentá-la à classe!

Ao término da atividade, é importante fazer uma síntese dos temas que foram trabalhados, mostrando aos alunos como as questões propostas inicialmente puderam ser respondidas com o encaminhamento da atividade. Pode-se sugerir que, ao final de cada parte da Situação de Aprendizagem, desenhem o arranjo experimental que montaram e expliquem o que foi feito e observado. É importante que estejam presentes, nessa síntese, elementos característicos da abertura e do fechamento de um circuito, bem como a identificação de montagens experimentais em curto. Eles devem também explicitar a função do interruptor no circuito.

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3

### OS CUIDADOS NO USO DA ELETRICIDADE

Nesta Situação de Aprendizagem, vamos explorar quais são os riscos envolvidos na utilização de aparelhos elétricos e os cuidados necessários que devemos tomar para evitar situações de risco. A proposta é trabalhar com um experimento simples para investigar

a diferença entre materiais condutores e isolantes e realizar leituras e interpretação de textos. Apresentamos também algumas situações-problema para serem resolvidas a partir da leitura e da discussão do texto escolhido para a atividade.

**Tempo previsto:** 3 aulas.

**Conteúdos e temas:** choque elétrico, corrente elétrica, riscos e segurança no uso de eletricidade; condutores e isolantes.

**Competências e habilidades:** compreender os riscos relativos aos usos da eletricidade; identificar variáveis relevantes para a interpretação e a análise de experimentos sobre materiais condutores e isolantes; identificar e diferenciar materiais condutores e isolantes; produzir textos adequados para explicar situações apresentadas em forma de desenhos sobre os riscos da eletricidade.

**Estratégias de ensino:** atividade experimental; trabalho em grupo; discussão compartilhada.

**Recursos:** duas pilhas de 1,5 V, uma lâmpada pequena de 3 V, alguns fios de telefone com as extremidades desencapadas e diferentes materiais a serem investigados (chave de fenda, borracha, tesoura de metal, martelo, caneta esferográfica, pregador, régua etc.).

**Avaliação:** participação dos alunos nas atividades em grupo, nas construções experimentais e nas discussões compartilhadas em classe.

Nesta Situação de Aprendizagem, vamos explorar os riscos envolvidos na utilização de aparelhos elétricos e os cuidados necessários para evitar situações de risco. A proposta é trabalhar com um experimento simples para investigar a diferença entre materiais condutores e isolantes e realizar leituras e interpretação de textos. Apresentamos também algumas situações-problema para serem resolvidas a partir da leitura e da discussão do texto escolhido para a atividade.

#### Sensibilização e experimento – Condutores e isolantes

A atividade pode ser iniciada com uma problematização: *O que podemos fazer para evitar um choque elétrico?* A ideia é trabalhar, a partir das respostas dos alunos, com os conceitos de material isolante, que impede a passagem de eletricidade, e material condutor, que permite que a eletricidade passe por ele. Podem surgir as seguintes respostas à questão proposta: “Não colocar o dedo na tomada”,

“Não empinar pipas perto de fios de alta tensão”, “Não tocar em fios desencapados” etc.

Um experimento que pode ser feito para investigar se um material é condutor ou isolante consiste em montar um pequeno circuito elétrico contendo uma fonte de energia

(duas pilhas de 1,5 V), uma lâmpada de 3 V, alguns fios de telefone com as extremidades desencapadas e diferentes materiais a serem investigados (chave de fenda, borracha, tesoura de metal, martelo, caneta esferográfica, pregador, régua etc.). A figura a seguir ilustra o arranjo experimental.

Fotos: © Fernando Favoretto

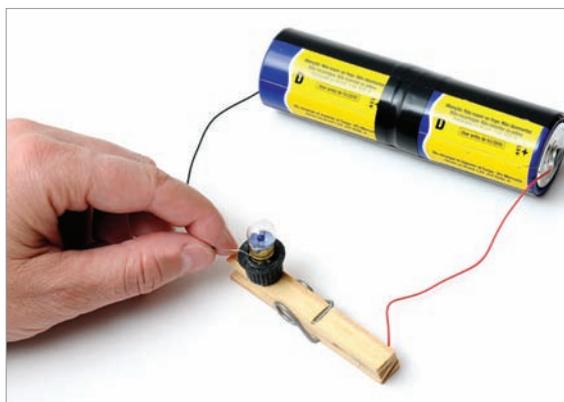
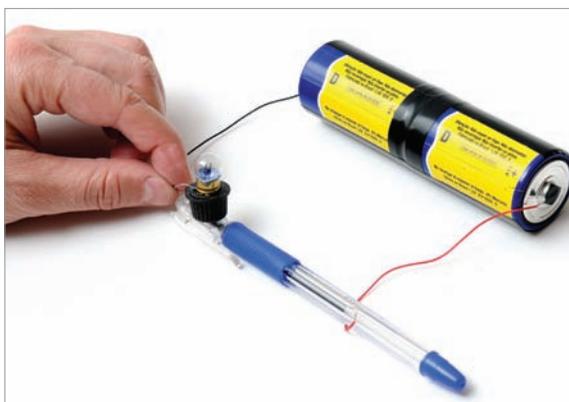


Figura 4 – Testes de material: isolante ou condutor.

Algumas perguntas podem ser feitas para iniciar a investigação:

1. O que podemos fazer para a lâmpada acender?
2. Se encostarmos uma régua de plástico nas duas extremidades dos fios, o que irá acontecer?

3. E se encostarmos um pregador de madeira? E uma caneta de plástico? E uma borracha?
4. E se encostarmos os fios em uma tesoura de metal? E na parte de metal de um martelo? E em uma chave de fenda?
5. Por que a lâmpada acende em alguns momentos e não acende em outros?

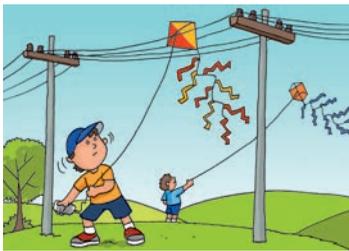
A ideia aqui é discutir com os alunos que alguns materiais são isolantes e, desse modo, não deixam passar a eletricidade, e outros são condutores, ou seja, permitem que a eletricidade circule. Neste experimento, materiais de madeira, borracha e plástico são isolantes e não deixam a eletricidade circular (não fecham o circuito) e, assim, não permitem acender a lâmpada. Já os materiais feitos de metal, como a tesoura, a chave de fenda e o martelo, permitem a passagem de eletricidade pelo circuito (fecham o circuito), e, assim, a lâmpada acende.

### Choque elétrico (cuidados e riscos)

A partir da atividade sobre condutores e isolantes, pode-se retomar a discussão sobre choques elétricos, acrescentando aos alunos a informação de que, se sentimos choque, é porque nosso corpo deixa passar a eletricidade. Dessa forma, podemos receber e transmitir eletricidade. Ao tocarmos um fio desencapado ou uma tomada, a eletricidade que passa por ali, se conseguir atravessar a nossa pele, seguirá pelo nosso corpo. Se estivermos descalços ou com a mão encostada em alguma superfície, iremos sentir choque, por-

que a eletricidade passará por nós, do fio (ou da tomada) até os pés ou as mãos. Agora, se estivermos usando sapatos com sola de borracha, por exemplo, e não estivermos em contato com outro material ou superfície, não levaremos choque, porque a borracha é um material isolante para voltagens como as residenciais (110 V). Em situações de alta tensão, muitas vezes, a borracha deixa de ser isolante. Os avisos de não empinar pipa perto de fios de alta tensão, não colocar os dedos ou objetos pontiagudos nas tomadas, não tocar em fios desencapados e não utilizar aparelhos elétricos próximos da água, por exemplo, procuram nos alertar para situações de perigo de choque elétrico.

Para finalizar essa atividade, apresente em seguida algumas imagens relativas a situações sobre os cuidados no uso da eletricidade para serem analisadas e discutidas pelos alunos. Pode-se dividir a classe em grupos e solicitar que observem as imagens, interpretem-nas (identificando ações e consequências dessas ações, os cuidados necessários, risco e segurança no uso da eletricidade etc.) e registrem suas interpretações no caderno para depois compartilhá-las com a classe.

	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

Ilustrações: © Félix Reiners



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

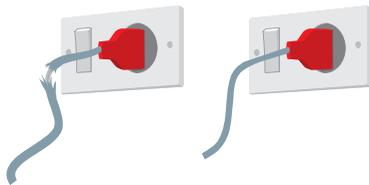
---

---

---

---

---



---

---

---

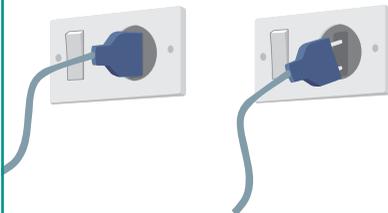
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

Figura 5 – Imagens referentes a situações de risco e segurança no uso da eletricidade.  
Fontes: Aneel e <<http://www.eso.qld.gov.au>>.

Apresentamos a seguir algumas orientações sobre o uso seguro da eletricidade, que

podem ser utilizadas para exemplificar formas de interpretação das imagens anteriores.

### Fios e cabos partidos

- Não toque, nem se aproxime dos fios caídos e das pessoas ou objetos em contato com a origem energizada.
- Não tente ajudar a vítima sem estar preparado (usando luvas, calçados com solado de borracha ou objetos não condutores): o choque pode passar para você.
- Se um carro estiver em contato com os fios, não se aproxime, nem toque no carro ou no fio.

<p><b>Cuidados em casa no uso de equipamentos elétricos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leia com atenção o manual de instalação e siga as instruções do fabricante.</li> <li>• Desligue sempre os equipamentos quando for limpar, guardar ou fazer pequenos reparos.</li> <li>• Não puxe nem carregue os equipamentos pelos fios. Eles podem se danificar.</li> <li>• Não sobrecarregue as tomadas com o uso do benjamim. Você pode provocar uma sobrecarga. Um fio ou tomada quente é uma indicação disso.</li> <li>• Mantenha qualquer aparelho longe de pias, banheiras, superfícies molhadas ou úmidas. Mesmo desligados, podem provocar choques.</li> <li>• Se um aparelho cair na água, desligue-o da tomada antes de recuperá-lo. A água é condutora de energia elétrica.</li> <li>• Mantenha cabos e fios fora das áreas de circulação de pessoas e livre de óleo e de água.</li> </ul>
<p><b>Atenção com crianças</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não toque ou tente colocar objetos pontiagudos nas tomadas.</li> <li>• Não suba em árvores atravessadas por fios, seja por brincadeira ou para colher frutos. Pode ser perigoso, pois os galhos podem estar energizados.</li> <li>• Não empine pipas com linhas metalizadas perto da rede elétrica. Pode ser perigoso. A linha pode conduzir a eletricidade.</li> <li>• Não tente recuperar pipas e outros objetos enroscados nos fios ou dentro das subestações, pois você pode receber choque e até morrer. Brinque em locais abertos e longe da rede elétrica.</li> <li>• Não construa as pipas com material metalizado. É perigoso, pois pode conduzir a eletricidade para a pipa. O uso do cerol também oferece riscos. Use sempre linha de algodão.</li> <li>• Não brinque de consertar aparelhos elétricos, pois você pode tomar um choque.</li> <li>• Nunca entre em estações de energia, nem suba em torres de transmissão. Nesses locais, existem equipamentos e cabos energizados. Mantenha distância.</li> </ul>

Pode-se fazer uma leitura compartilhada dos quadros anteriores e discutir com os alu-

nos cada uma das orientações, articulando-as com as explicações dadas por eles às imagens.

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 4

### FONTES E PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Nesta Situação de Aprendizagem, vamos estudar as transformações de energia no processo de obtenção de eletricidade. A partir de uma sensibilização inicial sobre como a energia elétrica chega às nossas residências, discutiremos como a eletricidade é produzida nas usinas geradoras, enfatizando as transforma-

ções de energia que ocorrem nesse processo. A atividade propõe a construção de um experimento para ilustrar o funcionamento de uma pequena usina hidrelétrica e também uma discussão sobre os impactos ambientais decorrentes da geração de energia elétrica e sobre o uso sustentável de energia.

**Tempo previsto:** 7 aulas.

**Conteúdos e temas:** fontes de energia; geradores de energia (hidrelétricas, termelétricas, term nucleares, solar-fotovoltaica e turbinas eólicas); transformação de energia; benefícios e impactos relativos à produção de eletricidade; desenvolvimento sustentável.

**Competências e habilidades:** compreender o caminho da eletricidade das usinas geradoras até as residências; ler e interpretar textos; interpretar diferentes formas de representação (esquemas); compreender conhecimentos científicos e tecnológicos sobre produção de energia elétrica como meios para suprir as necessidades humanas, identificando riscos e benefícios de suas aplicações; identificar argumentos favoráveis e desfavoráveis às formas de geração de eletricidade; identificar as etapas envolvidas na geração de energia elétrica em diferentes tipos de usinas.

**Estratégias:** leitura de texto; trabalho em grupo; discussão compartilhada; visita à usina.

**Recursos:** Caderno do Aluno.

**Avaliação:** participação dos alunos nas atividades em grupo e nas discussões compartilhadas em classe; execução e qualidade da síntese.

#### Como a eletricidade chega às nossas casas?

Para dar início à atividade, pode-se dividir a classe em grupos e solicitar a eles que pensem sobre a seguinte questão: *De onde vem a eletricidade que chega às nossas casas?* Os grupos podem fazer um desenho ou escrever um texto em resposta a essa questão. A ideia é apenas levantar uma discussão e verificar as concepções deles sobre o caminho da eletricidade até nossas casas.

Em seguida, é interessante expor as ideias dos alunos no quadro e, a partir delas, encaminhar uma discussão sobre as usinas geradoras de eletricidade e sobre o caminho que ela faz das usinas até nossas casas. Apresentamos em seguida um pequeno esquema, que pode ser montado com os alunos, para ilustrar esse caminho. Pode-se terminar esse primeiro momento da atividade resgatando a pergunta inicial e buscando articular os caminhos ilustrados pelos alunos em seus desenhos e textos com o caminho ilustrado pelo esquema a seguir.

Este esquema pode ser complementado em função das respostas dadas pelos alunos. Por exemplo, caso um aluno tenha dito que o caminho da eletricidade começa pelo represamento das águas, insira esse represamento no início. Se outro disser que no caminho da eletricidade há postes, insira-os entre as imagens **b** e **c**.

mento das águas, insira esse represamento no início. Se outro disser que no caminho da eletricidade há postes, insira-os entre as imagens **b** e **c**.



Figura 6 – Esquema relativo ao caminho da eletricidade.

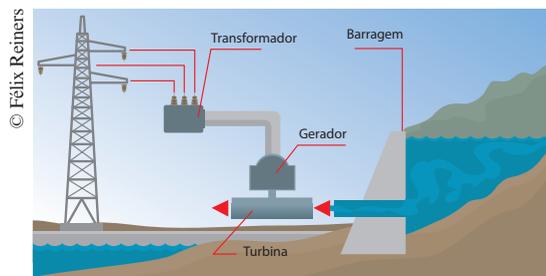
## Fontes e conversões de energia para geração de eletricidade

Neste segundo momento, vamos discutir as transformações de energia que ocorrem nas usinas geradoras. Para isso, propomos a leitura

ra e a discussão do seguinte texto, em sala de aula, pelos grupos. O texto descreve brevemente o funcionamento de cinco geradores de eletricidade: as hidrelétricas, as termelétricas, as termonucleares, as turbinas eólicas e a solar (fotovoltaica).

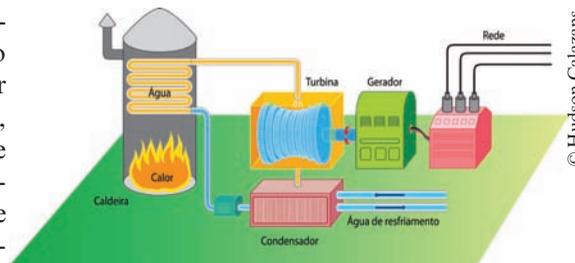
### Texto – A geração da energia elétrica em diferentes tipos de usinas

A forma de energia mais usada nas casas, nas indústrias e no comércio é a elétrica. Assim, estudar como obter energia elétrica equivale a examinar todo o problema energético. Hoje, temos várias formas de transformar diferentes fontes de energia em eletricidade. Em seguida, listamos cinco dessas formas.



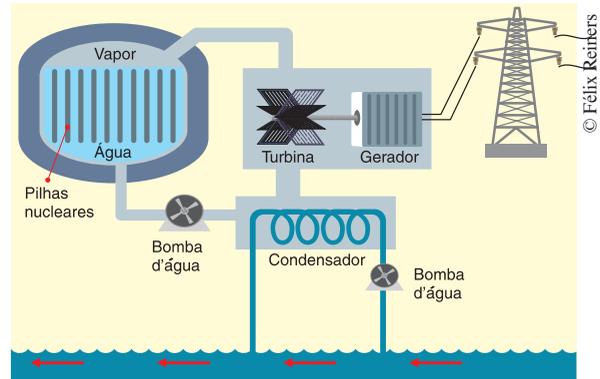
A **geração hidrelétrica** (geração de energia elétrica a partir do movimento das águas) consiste, na maior parte das vezes, na construção de uma barragem em um rio para represá-lo e, com isso, criar um reservatório de água. Essa água será usada para movimentar turbinas, que irão acionar um gerador que, por sua vez, irá gerar a energia elétrica.

A **geração termelétrica** (geração de energia elétrica a partir do calor) segue sempre um mesmo princípio: queimar um combustível para produzir calor, que gera vapor para movimentar turbinas, que acionam um gerador de energia elétrica. Esse combustível pode ser um derivado de petróleo, carvão, madeira, gás natural, bagaço de cana, entre outros. Mais comumente são usados óleos combustíveis e gás natural.



A **geração eólica** (geração de energia elétrica a partir do vento) ainda é um pouco cara, mas, nas regiões onde os ventos são intensos ou constantes, pode ser uma boa opção. As modernas turbinas de vento são formadas por um conjunto de pás ligadas a um eixo e a um gerador elétrico. Com elas, a energia dos ventos é convertida em energia elétrica.

A **geração termonuclear** (geração de energia elétrica a partir do calor produzido pela fissão nuclear) gera calor pela fissão nuclear para gerar vapor, que movimenta turbinas, que acionam um gerador de energia elétrica. Esse tipo de geração de energia elétrica também faz parte do grupo das usinas termelétricas.



A **geração solar** ou **fotovoltaica** (geração de energia elétrica a partir da luz do sol) usa células solares feitas de um material chamado silício para produzir energia elétrica. Esse efeito é chamado de fotovoltaico porque na interação com as células solares de silício, a luz, ao ser absorvida, se converte em energia elétrica. Na foto vemos painéis compostos de várias células solares.

É importante ressaltar que a matéria-prima utilizada nas termelétricas é bem diversificada. Enquanto nas usinas termonucleares (ou simplesmente nucleares), o aquecimento da água é produzido pela fissão nuclear, uma reação que ocorre no núcleo atômico de um elemento radioativo (geralmente o urânio), nas demais termelétricas (ditas convencionais), o calor é produzido pela queima de um combustível (combustão), que pode ser o gás natural, o carvão mineral, o *diesel* ou a biomassa (derivada de organismos vegetais, como a lenha, o óleo vegetal, o biodiesel, e o etanol) para realizar o mesmo processo: obter energia elétrica a partir da movimentação de turbinas pelo aquecimento (vaporização) da água. Assim, as termelétricas têm em comum o fato de todas aquecerem água até a vaporização, apesar de utilizarem matérias-primas diferentes. É o vapor, resultante desse processo, que move as turbinas.

Elaborado especialmente para o *São Paulo faz escola*.

## Visita a uma usina

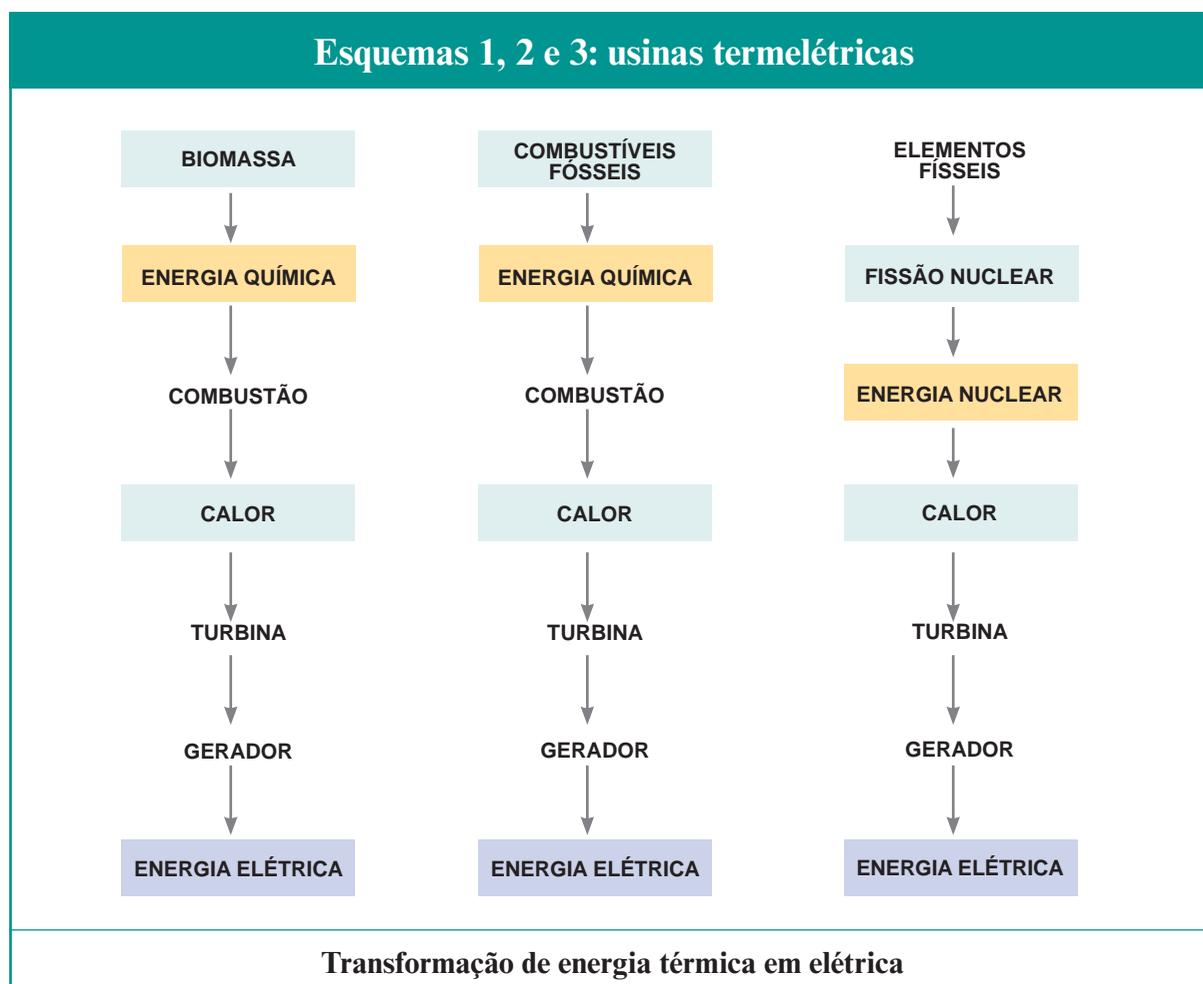
No Estado de São Paulo, temos usinas termelétricas e hidrelétricas. Muitas delas podem ser visitadas. É uma excelente oportunidade para os alunos conhecerem os principais componentes de uma usina e seu funcionamento. No caso das hidrelétricas, é possível ver a barragem, as

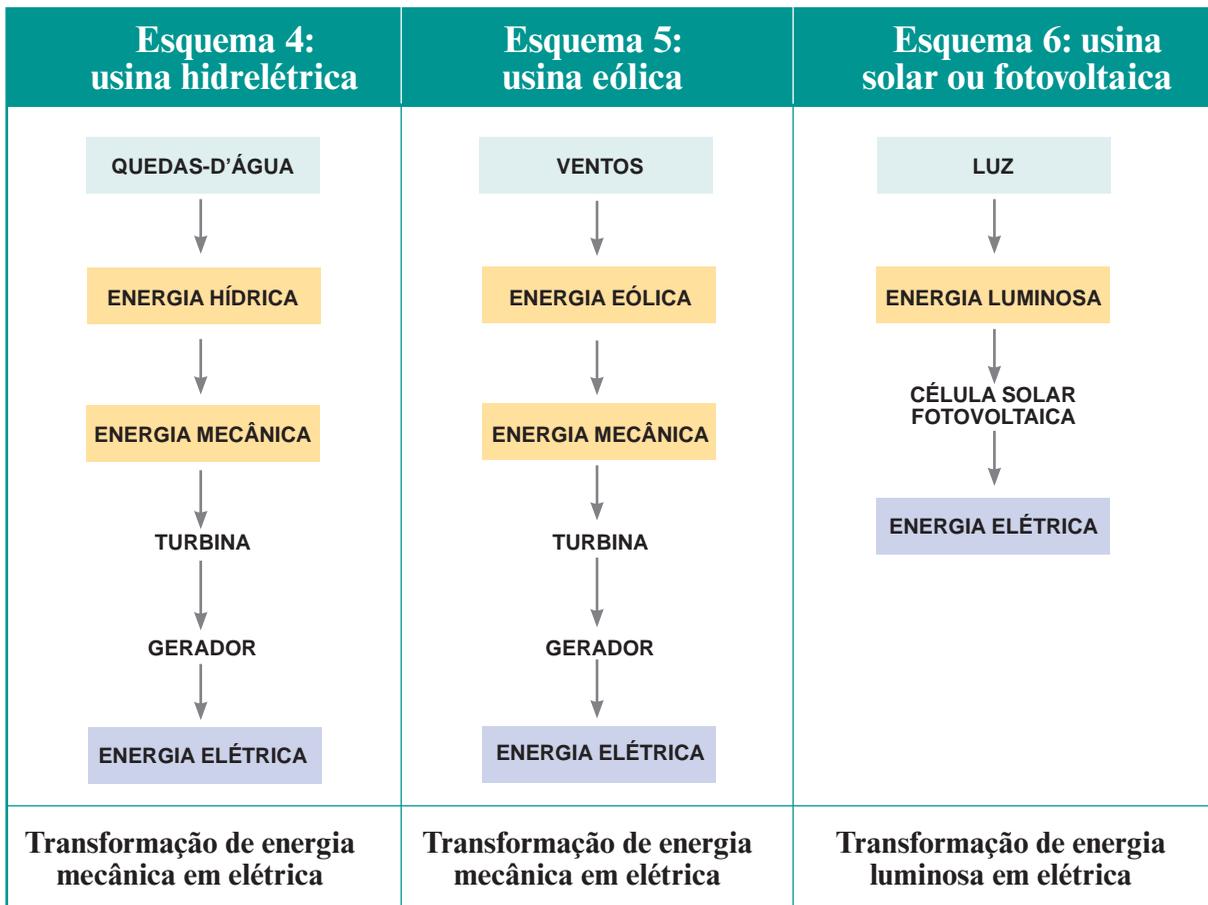
turbinas, os geradores e as redes de transmissão. No caso das termelétricas, é possível ver, além das caldeiras, as turbinas, os geradores e as redes de transmissão. Para fazer a visita é preciso agendar. No *site* <<http://www.cidadao.sp.gov.br/>>, é possível encontrar diversas usinas (com telefone e endereço) que promovem visitas de alunos acompanhados pelos professores.

## Montando esquemas das principais usinas geradoras de energia elétrica

Agora que os alunos já conhecem as principais características das usinas, faça com eles um esquema para deixar exposto na sala. Escreva cada um dos nomes característicos das usinas representadas a seguir e peça que eles, em grupos, montem a estrutura a partir das informações já explicitadas das usinas, como em um quebra-cabeças, no qual os encaixes são palavras ou desenhos que representem os elementos constituintes dessas usinas (como queda-d'água,

combustível, calor, vapor, vento, sol, célula solar, fogo, vapor, turbina, gerador etc). A ideia é que eles montem uma espécie de mapa do funcionamento das usinas. Assim, divida a sala em grupos para a construção dos esquemas, de modo que cada grupo construa o esquema de um tipo de usina. As termelétricas podem ser separadas por tipo de combustível. Assim, as usinas termelétricas podem ser subdivididas em três tipos: nuclear, biomassa e combustível fóssil. Dessa forma, são seis esquemas de usinas para ser montados: (1, 2 e 3) termelétricas, (4) hidrelétrica, (5) eólica, (6) solar ou fotovoltaica.





Após a montagem do esquema de funcionamento das usinas, certifique-se de que os alunos compreenderam as principais semelhanças e diferenças entre as formas de geração de eletricidade em cada tipo de usina: as fontes ou recursos utilizados e os processos envolvidos. Chame atenção ao fato de que, na maior parte das usinas, há turbinas que são movimentadas para acionar um gerador: no caso da hidrelétrica é a queda-d'água a responsável por esse movimento; nas termelétricas, o vapor de água; e na eólica, o vento. A usina que não tem essa característica é a solar, que, por meio das células fotovoltaicas, transforma diretamente a luz solar em energia elétrica.

É importante notar que o aprendizado relativo à geração de energia elétrica passa por

alguns termos como turbinas, geradores e transformadores.

O movimento necessário para a produção de energia elétrica é feito pelas turbinas, constituídas de pás que giram na passagem da água ou do vapor de água. Esse movimento das turbinas é usado para movimentar um ímã ou uma bobina e gerar a energia elétrica (gerador). Nesses movimentos, há uma transformação de energia.

Os transformadores têm a função de aumentar ou diminuir a voltagem para minimizar as perdas de energia no transporte da eletricidade.

A eletricidade gerada em boa parte desses processos é depois transportada por redes de transmissão de energia elétrica até as casas, as

indústrias e outros centros de consumo, e é utilizada de várias formas, como para a iluminação e a utilização dos mais diversos aparelhos elétricos domésticos ou industriais. No caso da energia solar, as células fotovoltaicas normalmente são instaladas nas próprias residências.

Discuta também com os alunos as diferenças e as semelhanças nos processos de transformação de energia em cada uma dessas usinas, como mostram os esquemas de 1 a 6. Também é importante discutir as imagens presentes no

texto para que todos acompanhem a explicação sobre os elementos constituintes de cada usina, assim como sobre as transformações de energia que ocorrem.

Após a leitura e a discussão do texto e da construção dos esquemas das usinas, é interessante fazer uma síntese do que foi visto nesta Situação de Aprendizagem. Uma proposta é construir com os alunos uma tabela como a apresentada a seguir, que enfatiza as principais transformações de energia.

Transformação de energia nas diferentes usinas		
Geração de energia elétrica	Energia inicial	Energia final
Hidrelétrica	Movimento da água (energia mecânica)	Elétrica
Termelétrica/termonuclear	Calor (energia térmica)	Elétrica
Eólica	Vento (energia mecânica)	Elétrica
Solar/fotovoltaica	Luz (energia luminosa)	Elétrica

Explique aos alunos os diferentes tipos de energia que aparecem na tabela, por exemplo, dizendo que a energia mecânica está relacionada ao movimento (das águas, do ar etc.) e a energia térmica, ao calor. Podemos também incluir outras transformações de energia em eletricidade, como a transformação que ocorre nas pilhas e baterias. Quando usamos uma pilha, estamos convertendo **energia química** em **energia elétrica**. A célula solar presente em algumas calculadoras é um outro exemplo de transformação de energia, na qual a **energia luminosa** é convertida em **energia elétrica**. Aqui, também é possível ressaltar a geração de eletricidade a partir de células solares colocadas em casas. Essas células aproveitam o potencial de algumas regiões onde a incidência de luz solar é alta para gerar energia elétrica, que abastece casas e até pequenas comunidades.

### Impactos ambientais e desenvolvimento sustentável na produção de energia elétrica

Neste momento da Situação de Aprendizagem, vamos completar a tabela construída anteriormente com algumas informações sobre os diferentes impactos de cada usina estudada.

A discussão pode ser iniciada retomando, primeiro, algumas características das diferentes usinas, investigando as consequências para o ambiente desde sua implantação até o seu funcionamento. A tabela a seguir apresenta, para cada usina, argumentos favoráveis e desfavoráveis a cada forma de geração de eletricidade. Esses argumentos podem ser discutidos com a classe. Apresentamos algumas questões que podem direcionar essa discussão.

<b>Argumentos favoráveis e desfavoráveis na geração de energia elétrica em diferentes tipos de usinas</b>		
<b>Geração de energia elétrica</b>	<b>Argumentos favoráveis</b>	<b>Argumentos desfavoráveis</b>
Hidrelétrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Fonte renovável de energia;</li> <li>▶ utiliza a água dos rios;</li> <li>▶ não queima combustível;</li> <li>▶ não produz lixo;</li> <li>▶ pode ser utilizada em sistemas de pequeno e grande porte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Mudança na fauna e na flora;</li> <li>▶ deslocamento de populações ribeirinhas;</li> <li>▶ destruição de terras produtivas e florestas;</li> <li>▶ desvio do curso dos rios.</li> </ul>
Termelétrica: combustíveis fósseis, biomassa e nuclear	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Utiliza vários tipos de combustíveis;</li> <li>▶ pode ser instalada em qualquer local;</li> <li>▶ seu funcionamento independe de fatores naturais, como sol, chuva ou vento;</li> <li>▶ pode ser acionada a qualquer momento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Poluição do ar por emissão de gases e cinzas por causa da queima de combustível (o que não ocorre no caso da termonuclear, mas, em contrapartida, há a produção de lixo nuclear);</li> <li>▶ aumento do efeito estufa por causa da emissão de gases;</li> <li>▶ aumento da temperatura das águas dos rios, que são utilizadas para o sistema e para refrigeração;</li> <li>▶ alto custo com manutenção.</li> </ul>
Eólica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Fonte renovável de energia;</li> <li>▶ utiliza o vento;</li> <li>▶ não queima combustível;</li> <li>▶ não produz lixo;</li> <li>▶ pode ser utilizada em sistemas de pequeno e grande porte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Deve ser instalada em regiões com bastante vento;</li> <li>▶ produz poluição sonora;</li> <li>▶ poluição visual;</li> <li>▶ morte de pássaros que colidem com as pás do gerador.</li> </ul>
Solar fotovoltaica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Não queima combustível;</li> <li>▶ precisa de pouca manutenção;</li> <li>▶ tem vida útil de 20 anos;</li> <li>▶ pode ser usada em sistemas de pequeno e de grande porte;</li> <li>▶ pode ser transportada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Necessita de regiões com bastante sol o ano inteiro;</li> <li>▶ as células utilizam materiais danosos ao ambiente em sua fabricação;</li> <li>▶ as células não podem ser recicladas;</li> <li>▶ as baterias utilizadas precisam ser trocadas periodicamente.</li> </ul>

Fonte: MURRIE, Zuleika de Felice. (Coord.) Ciências da natureza e suas tecnologias: livro do estudante: ensino médio. 2 ed. Brasília: MEC/INEP, 2006. Adaptado de SILVEIRA, S>; REIS, L. B. (Org.). Energia elétrica para o desenvolvimento sustentável: introdução de uma visão multidisciplinar. Edusp, 2001; GOLDENBERG, J. Energia, meio ambiente e desenvolvimento. Edusp, 2001.

### Algumas sugestões de questões para o encaminhamento da discussão com a classe

Entre as formas de geração de eletricidade apresentadas na tabela:

1. Qual delas polui mais a atmosfera?
2. Qual é a que agride menos o ambiente?
3. Quais delas dependem de fatores naturais para funcionar?
4. Qual queima combustível?
5. Qual traz mais consequências negativas para a população local?

É importante que termos como “energia renovável” (energia obtida de fontes naturais capazes de se regenerar em um curto período de tempo) e “energia não renovável” (energia obtida de recursos que não são repostos pela natureza ou pela ação humana em um curto período de tempo) sejam esclarecidos e discutidos com a classe.

Novamente, a imagem dos processos envolvidos em cada uma dessas usinas é útil para a compreensão dos argumentos que são apresentados na tabela. A ideia é mostrar para os alunos que as formas de gerar energia elétrica, ao mesmo tempo que apresentam benefícios, produzem impactos ambientais que precisam ser estudados e minimizados a partir de um planejamento estratégico de implantação dessas usinas.

Isso pode nos remeter a uma discussão

importante sobre o desenvolvimento sustentável da sociedade, que passa pelo uso racional de energia elétrica. Nessa discussão, os alunos podem indicar medidas que diminuam o consumo e o desperdício de energia elétrica. Vale desenhar ou mesmo escrever um texto. A classe pode estar dividida em grupos de três a quatro alunos. Após a discussão em grupo, é interessante que os alunos (ou grupos) compartilhem suas discussões e opiniões com a classe.

### Síntese e fechamento das atividades

No último momento desta Situação de Aprendizagem, é importante que sejam retomados os temas discutidos neste módulo, para que o aluno possa construir uma visão geral dos assuntos trabalhados. Pode-se fazer uma síntese sobre a questão da eletricidade no nosso dia a dia, dando maior ênfase, agora, ao uso sustentável de energia.

Os alunos precisam perceber as diferenças entre as usinas do ponto de vista do desenvolvimento sustentável, verificando que embora haja usinas com menores impactos ambientais, eles nunca são nulos. Além disso, é preciso constatar que a construção de uma usina depende de muitas condições: ambientais, econômicas, sociais e políticas. E todos esses aspectos estão vinculados a uma determinada região ou país, de modo que não há uma receita única. Há locais em que um determinado tipo de usina é mais vantajoso que outro, dependendo das condições de geografia, geologia, clima, condições habitacionais, condições econômicas etc.

## TEMA 2 – ENERGIA ARMazenada NOS MATERIAIS

Nesta segunda parte, vamos aproveitar os conhecimentos adquiridos sobre energia elétrica, principalmente a compreensão das fontes de energia, e aprofundarmos o tema dos combustíveis, atendo-nos principalmente aos mais utilizados nos transportes. Também será estudada a evolução dos transportes e do consumo de energia pelo homem, mostrando como esses

dois elementos estão interligados. O nosso consumo de energia não é apenas aquele medido pelo relógio de luz e pelo medidor de combustível. É importante e interessante ressaltar o consumo indireto. Tudo o que utilizamos, para ser gerado ou fabricado, implica o uso de energia. Essa energia também entra na contabilidade dos nossos usos atuais.

### SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 5 TRANSPORTES, COMBUSTÍVEIS E EFICIÊNCIA

Esta Situação de Aprendizagem começa pela evolução dos transportes na história da humanidade, seguida da história do uso de energia pelo homem. Ao final, além de uma discussão a res-

peito dos recursos energéticos, há também um estudo da eficiência energética dos combustíveis. Fechamos com uma proposta de debate sobre os biocombustíveis e a escassez de alimentos.

**Tempo previsto:** 5 aulas.

**Conteúdos e temas:** a evolução dos transportes na história da humanidade; transportes e diferentes consumos de energia; recursos energéticos: petróleo, carvão, gás natural e biomassa; eficiência energética.

**Competências e habilidades:** compreender os transportes ao longo da história e sua evolução como uma necessidade do homem de maior conforto e de percorrer maiores distâncias; entender a evolução dos transportes como um aumento do consumo de energia; perceber a inexistência de máquinas que operem com rendimento 100%; calcular rendimento e perdas de energia; comparar álcool e gasolina para uma melhor economia financeira.

**Estratégias:** visita a museu; discussões em classe; leituras compartilhadas; pesquisas; apresentação de resultados de pesquisas; atividades em grupo; cálculos de rendimento e de vantagem em uso do álcool ou gasolina.

**Recursos:** papel *kraft*; canetas coloridas.

**Avaliação:** participação dos alunos nas atividades em grupo e nas discussões compartilhadas em classe; execução e qualidade das atividades propostas.

## Sensibilização e levantamento

Inicie o tema perguntando aos alunos sobre a importância que os transportes têm hoje na vida deles: *Como eles se locomovem até a escola, a casa de parentes e amigos ou em viagens de férias? Que tipos de transportes usam? Caso não existissem carros, ônibus, metrô ou trens, como seria possível fazer as mesmas viagens e quais os tempos envolvidos?*

A ideia inicial é sensibilizar os alunos para a questão dos transportes, em especial no que se refere ao tempo de deslocamento e ao conforto que eles geram. É claro que, principalmente em cidades muito grandes, como São Paulo, com uma frota tão grande de veículos, começamos a ter dúvidas em relação ao conforto que os transportes podem gerar, já que o tempo gasto em deslocamentos muitas vezes é bastante grande, em virtude dos congestionamentos. No entanto, se pensarmos no metrô, por exemplo, percebemos com maior clareza as vantagens que a tecnologia pode trazer para nossos deslocamentos.

## Os transportes ao longo da história

Divida a sala em seis grupos de cinco a sete alunos para pesquisarem na internet sobre a história dos transportes no mundo. Indique os sites: <<http://www.cnt.org.br/informacoes/>

[museu/geral/abertura\\_geral.asp](http://www.cnt.org.br/informacoes/museu/geral/abertura_geral.asp)>, desenvolvido pela Confederação Nacional do Transporte, e o Museu Virtual do Transporte Urbano, em <<http://www.museudantu.org.br/principal.asp>>. Cada grupo escolhe ou sorteia um tema relacionado aos transportes: pré-história; rodoviário; aéreo; aquaviário; ferroviário; e dimensão humana dos transportes, que explora um pouco da relação da sociedade com o transporte. Esta tarefa pode ser feita em casa, e o aluno traz os resultados da pesquisa para sua apresentação em sala de aula.

Após a visita aos sites e a apresentação dos resultados, a ideia é montar em sala de aula uma linha do tempo da história dos transportes. Seleccionamos alguns eventos importantes que devem estar presentes. Os dados que os alunos encontrarem nas pesquisas podem entrar na linha também. Nos sites, é possível encontrar inúmeras fotografias. Caso seja possível, coloque na linha criada pelos alunos algumas fotografias que ilustram o evento. Usar papel *kraft* para montar a linha do tempo pode ser uma boa opção, pois a tarefa fica mais fácil e barata. É importante que a linha construída pela sala possa ser exposta em algum lugar da escola, para que os demais alunos também possam visualizá-la. Caso tenha muitas turmas de Ciências, faça uma eleição para divulgar as duas melhores linhas do tempo.

### Lista de alguns transportes ao longo da história

#### Marcos na história dos transportes

Data provável da invenção da roda: 8000 a.C.	Carros egípcios: 1400 a.C.
Vias romanas: 100	Bicicleta de Da Vinci: 1490
Máquinas voadoras de Da Vinci: 1500	Primeiros táxis: 1625
Primeiro ônibus: 1662	Primeiro veículo a vapor: 1770
O balão dos irmãos Montgolfier: 1783	Primeira bicicleta: 1817
Primeiro serviço de passageiros do Brasil: 1817	Surge o ônibus moderno: 1826

Primeiros ônibus do Brasil: 1838	Carro a vapor de Bordino: 1854
Primeiro motor a explosão: 1859	Surge o motor quatro tempos: 1876
Primeiro veículo a gasolina: 1885	Primeiro automóvel a gasolina: 1886
Surge o motor a <i>diesel</i> : 1892	Primeiro ônibus a gasolina: 1895
Primeiro avião: 1906	Primeira travessia do Atlântico: 1919
Primeiro avião da Varig: 1927	Primeiro avião pressurizado: 1940
Primeiro jato de passageiros: 1952	Primeiro Boeing 727: 1962
Supersônico Concorde: 1969	Funcionamento da primeira linha de metrô em São Paulo: 1974

Elaborado especialmente para o *São Paulo faz escola*.

Peça aos alunos que completem com novas invenções, como carros bi e tricombustível e movidos a célula solar ou a hidrogênio, que vêm sendo concebidos em função não apenas do conforto, mas seguindo uma política de sustentabilidade. Já que o combustível mais usado mundialmente, o petróleo, não é eterno na nossa escala de tempo, é preciso pensar em alternativas a ele. Combustíveis menos poluentes e de natureza renovável estão em alta, por causa das grandes discussões sobre o aumento na atmosfera terrestre de gases que provocam o efeito estufa, e assim podem provocar um aumento na temperatura média do planeta, fenômeno conhecido como aquecimento global.

### Visita ao Museu dos Transportes Públicos da cidade de São Paulo



Figura 7 – Camarão, primeiro bonde fechado (1927-1968).

© Folha Imagem

Um local que pode propiciar uma visita bastante interessante, levando os alunos a conhecer os transportes mais antigos da cidade de São Paulo, principalmente os transportes públicos, é o Museu dos Transportes Públicos Gaetano Ferolla. O nome homenageia seu fundador, um antigo funcionário da Companhia Municipal de Transportes Coletivos (CMTC), fundado em 1985.

### O homem, sua história e o uso de energia

O desenvolvimento da humanidade, da pré-história aos dias atuais, pode ser correlacionado com a energia por ela consumida ao longo do tempo. Faremos uma análise do consumo diário de energia e o estágio do desenvolvimento humano retomando o que já foi realizado em Geografia no segundo bimestre.

Inicialmente, o homem primitivo, há aproximadamente 1 milhão de anos, sem o uso do fogo, tinha apenas a energia dos alimentos que ele consumia (2 000 kcal/dia). Em um segundo momento, o homem caçador, há cerca de 100 mil anos, tinha mais comida e também queimava madeira para obter calor e para cozinhar.

Mais tarde, o homem-agricola primitivo, em 5000 a.C., já utilizava a energia da tração

animal. Na fase avançada do homem-agrícola, em 1 400 d.C., ele usava carvão para aquecimento, a força da água e do vento e o transporte animal.

Mais recentemente, na sua fase industrial, por volta de 1 800, o homem, passou a utilizar a máquina a vapor. Já o homem contemporâneo, tecnológico, consome por volta de 230 000 kcal/dia, cerca de cem vezes mais que o homem primitivo. Essa energia claramente não está relacionada apenas à alimentação, mas também ao conforto, como nos sistemas de aquecimento ou resfriamento de ambientes, ao uso de equipamentos elétricos e eletrônicos, à iluminação, a chuveiros elétricos etc. Parte da energia consumida pelo homem é usada em transportes.

O crescimento da energia consumida *per capita* deve-se, principalmente, aos avanços da tecnologia, que aumentaram a potência disponível para o homem.

Atualmente, a usina hidrelétrica de Itaipu, usando 18 turbinas, é capaz de gerar cerca de 13 000 000 kW de potência.

É importante ressaltar que o consumo de energia também ocorre de forma indireta, ou seja, não consumimos apenas o que é medido pelo relógio de luz ou pela bomba de combustível, mas também tudo que é necessário para a produção e a distribuição dos objetos que utilizamos, como caderno, lápis, cadeira, saco de supermercado, roupa etc.

Peça aos alunos que façam um levantamento das etapas envolvidas no processo de fabricação e distribuição de um caderno, por exemplo. Eles vão perceber que a produção do papel se inicia atualmente com a plantação de árvores, principalmente eucaliptos. Após seu crescimen-

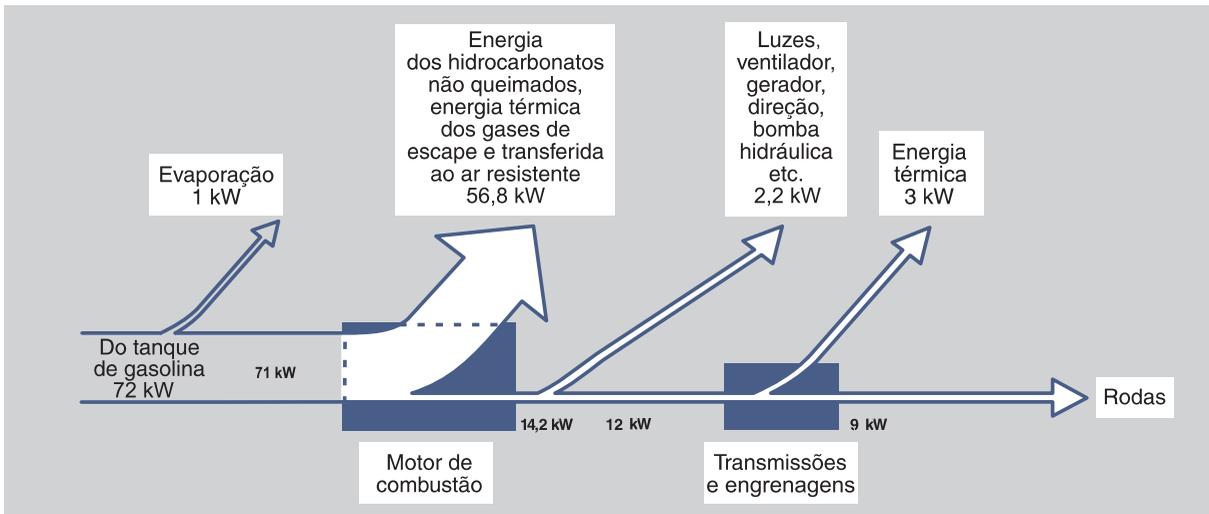
to, derruba-se a árvore, corta-se a madeira e inicia-se a produção da celulose e, em seguida, a do papel. Mesmo após a confecção do papel, ele ainda precisa ser encadernado e chegar aos alunos. O uso do caderno implica aquilo que chamamos de consumo indireto, já que todo o processo de confecção e distribuição implicou gastos energéticos que ficaram embutidos no próprio caderno.

### Eficiência energética

Pergunte aos alunos se eles acham que todo o combustível que é inserido no automóvel é usado para o giro das rodas. Caso eles respondam que apenas parte do combustível é usado para fazer a roda girar, peça que façam uma estimativa (um “chute pensado”) de qual a parcela, ou porcentagem, da energia do combustível eles acham que é usada para fazer a roda girar e para que é usado o restante.

É surpreendente a quantidade de perda de energia no funcionamento de um carro. Apenas os alunos que se interessam bastante pelo assunto devem ter uma ideia das porcentagens reais da eficiência de um automóvel. A maior parte das pessoas pensa que toda ou quase toda a energia dada é transformada em trabalho mecânico transferido às rodas dos automóveis. O sonho de transformar toda a energia fornecida em trabalho ou energia útil é chamado de moto-perpétuo, um motor ou sistema que não perde energia, ou seja, é 100% eficiente.

Mostre a imagem a seguir a seus alunos e peça que eles a analisem, perguntando quanto da energia fornecida foi utilizado para a locomoção do carro, quanto dessa energia foi perdido para o meio externo na forma de calor e quanto foi usado para outras atividades associadas ao automóvel, como acender a lanterna, buzinar etc.



© Félix Reiners

Figura 8 – Esquema que mostra o fluxo de energia em um carro.  
 Fonte: Exame Nacional do Ensino Médio - Enem – Ano 2000.

Ao analisar a imagem, percebemos que grande parte da energia fornecida ao veículo é dissipada (“perdida”). Para sabermos qual é a eficiência ou o rendimento do automóvel, basta dividir a energia usada nas rodas pela energia dada inicialmente ao veículo. Assim, temos:

$$\text{Rendimento} = 9 \text{ kW} / 72 \text{ kW} = 0,125 = 12,5\%$$

9 kW = energia usada nas rodas

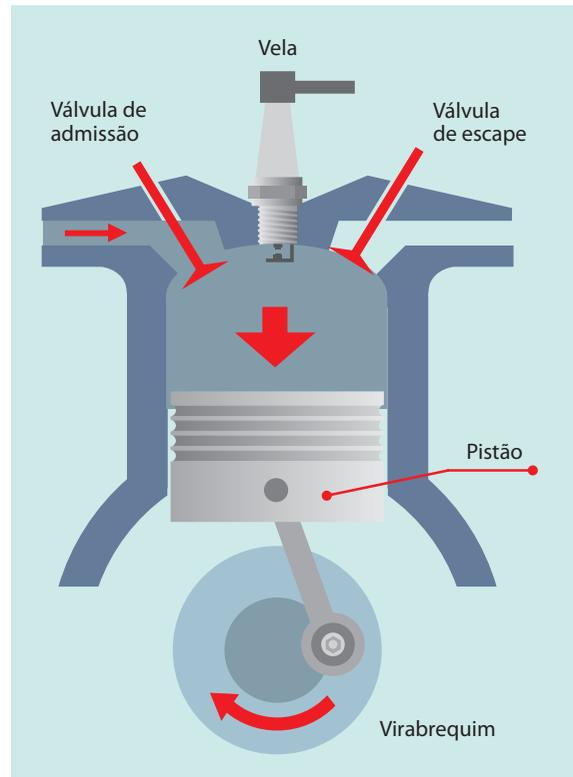
72 kW = energia dada inicialmente ao veículo

A perda de energia pode ser encontrada dividindo a quantidade de energia perdida (some os valores de perda = 1 + 56,8 + 2,2 + 3 = 63 kW) pela energia fornecida ao veículo:

$$\text{Perdas} = 63 \text{ kW} / 72 \text{ kW} = 0,875 = 87,5\%$$

63 kW = energia perdida

72 kW = energia inicialmente fornecida



© Félix Reiners

Figura 9 – Esquema do funcionamento de um motor.

Então, de toda a energia fornecida ao veículo, apenas 12,5% dela é convertida em movimento das rodas. Normalmente, os carros funcionam com um rendimento em torno de 20% a 25%.

É importante ressaltar que as perdas são tanto de origem mecânica quanto térmica. As perdas térmicas devem-se à troca de calor do motor com o ambiente pelo sistema de refrigeração e à energia interna dos gases de escape resultantes da explosão. As perdas mecânicas são consequência, basicamente, do atrito das superfícies metálicas e da inércia do pistão (veja a figura, pistão é o elemento responsável por comprimir a mistura combustível/ar na explosão e seu movimento é transmitido às rodas através do virabrequim). Outras perdas ocorrem: quanto mais acessórios (direção hidráulica, ar-condicionado, vidros e travas elétricas) o carro tiver, maior será o consumo de combustível para esses itens.

Os veículos com sistema de funcionamento elétrico possuem um rendimento maior que os térmicos, já que as perdas são bem menores. Nos motores elétricos, elas ocorrem, principalmente, pelo atrito interno entre as peças e pelo aquecimento dos fios, por causa da corrente elétrica.

Hoje, com o avanço da tecnologia, temos carros conhecidos como bicomcombustíveis, que podem ser abastecidos com gasolina ou álcool. Peça aos alunos que observem o preço desses dois combustíveis. Eles verificarão que invariavelmente o preço do álcool é inferior ao da gasolina. Sendo assim, pergunte se eles colocariam álcool ou gasolina em seus carros. Caso os alunos observem apenas o preço do combustível, eles provavelmente indicarão o álcool para o abastecimento. É importante esclarecer que, embora ambos possam ser utilizados nos carros com essa tecnologia, os dois combustíveis apresentam características distintas. Eles possuem poder de combustão diferente. Se

fizemos uma lamparina com a mesma quantidade de gasolina e álcool (etanol), a lamparina com gasolina ficaria acesa cerca de 30% a mais que a feita com álcool. No carro, ocorre praticamente o mesmo: quando abastecido com gasolina, o carro pode rodar por volta de 30% a mais que quando abastecido com a mesma quantidade de álcool. Assim, para valer a pena o uso do álcool, ele precisa estar com um preço mais de 30% inferior ao da gasolina.

Peça para que os alunos comparem novamente os preços e decidam pelo uso da gasolina ou do álcool. Para deixar mais claro o tipo de cálculo, é preciso dar um exemplo.

*Preço do álcool: R\$ 1,69 o litro.*

*Preço da gasolina: R\$ 2,59 o litro.*

Faça com os alunos o seguinte cálculo: multiplique o valor da gasolina por 0,70 (70%). Assim, descobrimos quanto é 70% do preço da gasolina. Se esse valor for maior que o preço do álcool, vale a pena economicamente usar o álcool. Caso contrário, use a gasolina.

$$2,59 \times 0,70 = 1,813.$$

Este valor é maior que o preço do álcool, portanto, o melhor, neste caso, é usar o álcool.

## Os transportes e os combustíveis

Após a montagem da linha do tempo dos transportes e as discussões sobre eficiência, pergunte aos alunos qual foi o tipo de combustível usado pelos veículos ao longo do tempo. Por exemplo, pode-se questionar sobre o combustível usado nas carroças.

Comente com os alunos que, quando se inventou a roda, a ideia era facilitar o transporte de cargas grandes e pesadas. O deslizar das rodas reduz o trabalho que o homem teria para transportar essas cargas. A invenção da roda,

de tão importante, ficou em primeiro lugar no *ranking* das cem maiores invenções da história (no livro *As 100 maiores invenções da história*, de Tom Philbin, publicado no Brasil em 2006 pela editora Bertrand Brasil). O “combustível” usado na época da invenção das rodas provinha do próprio trabalho humano, cuja energia era gerada a partir do alimento que consumia (caça e/ou vegetais). Ainda tentando facilitar a vida, o homem começa a usar animais para puxar as cargas. Nesse caso, o “combustível” era o trabalho realizado pelos animais (burro, cavalo, boi, cachorro), também com origem nos alimentos. E o “combustível” utilizado nas bicicletas? Também vem do próprio trabalho humano. É ele quem pedala! E essa energia que o homem usa vem de onde? Do alimento que consome! E a energia do alimento que consome? No caso dos vegetais, vem da luz do sol, utilizada por eles na fotossíntese. Eles estão na base da cadeia alimentar.

Ressalte aos alunos que a evolução dos transportes é uma busca do homem por menor trabalho e maior conforto. Imagine o período em que não havia nenhum dos meios de trans-

portes inventados e produzidos pelo homem. Como ele se locomovia? A pé ou com a ajuda de algum animal, como o cavalo por exemplo. Certamente, as distâncias percorridas eram muito menores que hoje, já que temos o avião e podemos nos transportar por toda a extensão do planeta em tempos muito menores.

É importante ressaltar também que há sempre um gasto de energia na utilização de transportes: seja a queima de alimentos, no trabalho humano ou animal, de combustíveis fósseis, como a gasolina ou o *diesel*, ou de biomassa, como o álcool.

Neste momento, pode-se pedir aos alunos que sistematizem alguns tipos de combustíveis ou recursos energéticos utilizados em diferentes meios de transporte.

Podemos pensar em casos como: *Maria Fumaça e trem a vapor usam que tipo de combustível para se movimentar? E os ônibus elétricos? E os nossos carros atuais, os navios, os aviões, os caminhões, os balões, os ônibus e os foguetes, que tipo de combustível usam?*

### Os combustíveis e os meios de transporte

Apesar de estarmos usando o termo “combustível”, nem sempre a energia utilizada nos transportes tem origem em uma combustão (queima). Nos ônibus elétricos que ainda circulam na cidade de São Paulo, por exemplo, a energia usada é elétrica. Por exemplo, há fios que ligam o ônibus à fonte de energia elétrica. Esses fios são similares àqueles que levam energia elétrica às nossas residências. Essa energia elétrica, por sua vez, pode vir de diferentes tipos de fontes.

Se pensarmos nos combustíveis mais utilizados hoje em veículos, temos: gasolina, álcool, *diesel* e gás natural. A gasolina e o *diesel* são derivados do petróleo e são conhecidos como combustíveis fósseis, já que o petróleo é formado a partir de uma lenta decomposição de plantas e animais. Esses combustíveis também são classificados como não renováveis porque sua renovação ocorre em uma escala de tempo de milhões de anos. Ainda que os combustíveis fósseis continuem sendo gerados a partir da decomposição de matéria orgânica, não são suficientes para atender à enorme demanda mundial.

O gás natural, assim como os derivados de petróleo, hoje em dia muito utilizado em geração de energia elétrica nas termelétricas e em alguns meios de transportes, também é um combustível fóssil e não renovável. Contudo, vem ganhando importância no cenário mundial, principalmente por sua menor emissão de gases que provocam o efeito estufa.

O álcool é um biocombustível, já que sua produção vem da cana-de-açúcar, do milho, do trigo ou da beterraba. No Brasil, o mais comum é o uso da cana-de-açúcar para produzir o etanol, o álcool que utilizamos para abastecer alguns automóveis. A Europa usa o trigo e a beterraba, já os EUA usam, principalmente, o milho para a produção do álcool.

Assim como no caso das usinas geradoras de eletricidade, cada um dos combustíveis citados tem vantagens e desvantagens. No caso dos biocombustíveis, por exemplo, uma crítica que se faz se deve à larga utilização de terras para plantações, fazendo com que a área de terras para a plantação de alimentos fique cada vez menor.

Em abril de 2008, Jean Ziegler, relator especial da ONU sobre o direito à alimentação, afirmou que considera um crime contra a humanidade a produção em massa dos biocombustíveis, por seu impacto nos preços dos alimentos. Já o professor José Goldemberg comenta a posição de ambientalistas sobre a produção de álcool em um artigo ao jornal *O Estado de S. Paulo*, do dia 18 de fevereiro de 2008, fornecendo argumentos em prol de sua utilização. Na internet, veja o artigo completo no site <[http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20080218/not\\_imp126174,0.php](http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20080218/not_imp126174,0.php)>.

Elaborado especialmente para o *São Paulo faz escola*.

Um aprofundamento sobre o uso do álcool como combustível pode ser feito juntamente com o professor de Geografia e com a leitura de mais artigos sobre o tema. Para isso, pode-se sugerir aos alunos a leitura de outro artigo publicado pelo jornal *O Estado de S. Paulo*, no dia 21 de abril de 2008, também de autoria do professor José Goldemberg, que trata do futuro do programa do álcool e dos problemas políticos decorrentes do avanço da produção do combustível. Na internet, o artigo está disponível no site <[\[www.estadao.com.br/estadaodehoje/20080421/not\\\_imp160161,0.php\]\(http://www.estadao.com.br/estadaodehoje/20080421/not\_imp160161,0.php\)>.](http://</a></p></div><div data-bbox=)

Termine esta Situação de Aprendizagem propondo aos alunos um debate sobre essa questão atual: biocombustíveis x alimentos. Divida a sala em dois grandes grupos. Um deles defende os biocombustíveis e o outro os ataca, em função, principalmente, do encarecimento dos alimentos e sua falta. Os textos de José Goldemberg sugeridos anteriormente irão ajudar na construção de argumentos para o debate.

## PROPOSTAS DE QUESTÕES PARA APLICAÇÃO EM AVALIAÇÃO FINAL

1. Neste exercício, vamos investigar o consumo de energia de alguns eletrodomésticos, comparando-o ao consumo de lâmpadas. Ou seja, vamos obter a energia consumida por hora no uso de cada aparelho, comparada ao número de lâmpa-

das de 100 W acesas nesse mesmo período. Para isso, apresentamos uma lista de aparelhos e suas respectivas potências e você deve obter o número de lâmpadas de 100 W que corresponde ao consumo de cada um deles.



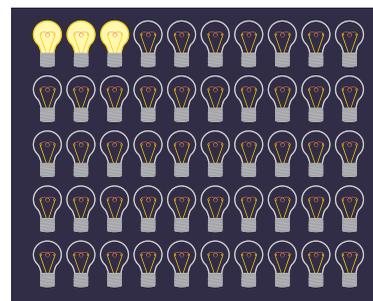
Aparelho elétrico	Potência
Ferro de passar	1 500 W
Refrigerador	300 W
Chuveiro elétrico	4 200 W
Máquina de lavar roupa	600 W
Secador de cabelo	1 100 W
Ventilador	200 W
Televisão	100 W

Para dar uma dica sobre a natureza da resposta, vamos dar um exemplo: a potência de

um liquidificador é 300 W, o que equivale a três lâmpadas de 100 W acesas. Agora é com você!



© Lara Venanzi/Kino



© Félix Reiners

Aparelho elétrico	Potência	Quantidade de lâmpadas
Ferro de passar	1 500 W	15
Refrigerador	300 W	3
Chuveiro elétrico	4 200 W	42
Máquina de lavar roupa	600 W	6
Secador de cabelo	1 100 W	11
Ventilador	200 W	2
Televisão	100 W	1

2. A eletricidade que chega às nossas casas pode ser gerada de diferentes formas, a partir de processos de transformação de energia. Faça a associação correta entre a usina geradora de eletricidade e o processo de transformação que ocorre nela.

(a)	Usina hidrelétrica	( )	Luminosa em elétrica
(b)	Usina termelétrica	( )	Mecânica (movimento de água) em elétrica
(c)	Gerador eólico	( )	Térmica (calor) em elétrica
(d)	Gerador solar fotovoltaico	( )	Mecânica (vento) em elétrica

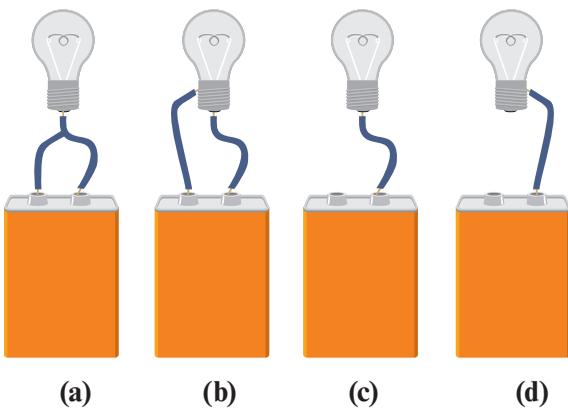
A associação correta é:

		(d)	<i>Luminosa em elétrica</i>
		(a)	<i>Mecânica (água) em elétrica</i>
		(b)	<i>Térmica (calor) em elétrica</i>
		(c)	<i>Mecânica (vento) em elétrica</i>

*Nas hidrelétricas, a energia elétrica é obtida por meio das quedas-d'água. A energia relacionada ao movimento é chamada de energia mecânica. As termelétricas produzem energia elétrica pelo aquecimento da água e a energia relacionada ao aquecimento é chamada de energia térmica. O gerador eólico transforma a*

*energia mecânica dos ventos em elétrica e, por fim, o gerador solar fotovoltaico transforma a energia luminosa que vem do sol em energia elétrica. Ressalte para os alunos que, em todos os casos, ocorrem transformações de energia de um tipo em outro. Assim, a energia não é criada, nem gerada, mas transformada.*

3. As figuras a seguir indicam circuitos elétricos simples feitos com pilha, fios e pequenas lâmpadas. Baseado na construção experimental feita em sala de aula e nas discussões conceituais sobre ela, diga qual dos circuitos a seguir é capaz de fazer a lâmpada acender.



© Félix Reiners

O único circuito capaz de acender a lâmpada é o circuito **b**, pois é o único que liga os dois polos da pilha aos dois polos da lâmpada, de forma a permitir a passagem da corrente elétrica pela lâmpada. O circuito **a**, na verdade, corresponde a um curto-circuito, ou seja, o circuito está fechado sem passar por um resistor, no caso a lâmpada; nesse circuito haverá um aquecimento da pilha, descarregando-a. Nos casos **c** e **d** não há, sequer, fechamento do circuito, não podendo circular corrente elétrica.

4. Um amigo solicita ajuda na hora de abastecer o carro. Ele tem um carro bicomcombustível. No posto escolhido, a gasolina custa R\$ 2,39 e o álcool R\$ 1,79. Sabendo que com a mesma quantidade de gasolina e álcool é possível rodar 30% mais com a gasolina, ajude seu amigo na melhor escolha financeira.

*Para responder a essa questão, o raciocínio é o mesmo que o realizado em sala de aula. Basta multiplicar o valor da gasolina por 0,7. Se o resultado for um valor maior que o preço do álcool, então a sugestão é o álcool, mas se o resultado for um valor menor que o preço do álcool, então a melhor opção é a gasolina.*

$$2,39 \times 0,7 = 1,673$$

*Neste caso, a melhor opção é a gasolina.*

5. A geração de energia elétrica pode ser obtida por diferentes formas. Escolha uma das usinas estudadas e explique seu esquema de funcionamento, explicitando o tipo de fonte de energia usada e as transformações de energia ocorridas, dando ao menos um argumento favorável e um desfavorável para o uso desse determinado tipo de usina.

*A resposta dependerá do tipo de usina escolhida, mas todas as informações referentes a esta questão estão discutidas na Situação de Aprendizagem 4.*

## PROPOSTAS DE SITUAÇÕES DE RECUPERAÇÃO

Para encaminhar os alunos para uma recuperação, em caso de defasagens, é necessário que o professor tenha claro quais as habilidades que os estudantes não desenvolveram adequadamente. Uma avaliação construída de forma a explicitar, tanto para o professor quanto para o aluno, quais as habilidades atingidas ou não é muito importante em todo este processo.

A recuperação deve abordar as seguintes competências e habilidades:

- ▶ Construir e aplicar conceitos de várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais.
- ▶ Selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.

- ▶ Relacionar informações, representadas de diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas para construir argumentação consistente.

Sugerimos aqui uma proposta de recuperação fundamentada na leitura e na interpretação de textos. As questões de interpretação devem ser elaboradas de forma a permitir a verificação dessas competências e habilidades. Você pode tomar como base as questões usadas nas diversas atividades desenvolvidas durante o bimestre para elaborar as questões de interpretação para os seguintes textos que podem ser trabalhados na recuperação.

O texto 1 ressalta a questão do consumo sustentável, em que o aluno é instigado a divulgar ideias referentes à economia de energia. Já o texto 2 apresenta uma nova forma de produzir o álcool, através do bagaço da cana-de-açúcar.

### TEXTO 1: Economizar no que for possível

Como você pode entrar no grande esforço coletivo para racionalizar o uso de energia?

Vou propor um desafio: você tem dez segundos para correr todos os cômodos de sua casa e tentar identificar alguma forma de desperdício de energia! Quer uma ajuda? Observe, por exemplo, se tem alguma lâmpada acesa desnecessariamente, se o chuveiro está ligado na temperatura alta, esperando por alguém que nem chegou ao banheiro ou se o rádio está cantando para os mosquitos. Caso perceba alguma falha desse tipo, seja rápido e contorne a situação. Surgindo alguma reclamação, diga que você está agindo pelo bem da natureza.

Veja que não é difícil identificar os casos de desperdício. Em épocas de ameaça de “Apagão”, todo cuidado é pouco. Até que o país concretize investimentos em fornecimento de energia (e mesmo depois disso), economizar é a palavra-chave. Afinal, melhor isso que ficar sem luz. Já pensou em um mundo sem energia elétrica? Pense também no que seria de nós sem a gasolina e o óleo *diesel*, por exemplo. Os meios de transporte não teriam se desenvolvido tanto. Logo, estaríamos todos limitados a percorrer distâncias mais curtas do que podemos percorrer em um ônibus ou avião. Isso seria ruim para tudo, pois nosso mundo ficaria menor, teríamos menos oportunidades para ganhar novos conhecimentos etc.



© Félix Reimers

Acho que já deu para se convencer de que nós realmente dependemos dessas formas de energia. Mas o “X” do problema está nas usinas térmicas, refinarias de petróleo, centrais hidrelétricas etc. Essas indústrias transformam as fontes de energia da natureza em formas de energia adequadas para o nosso uso final. Colaboram, assim, para o nosso desenvolvimento e conforto, mas, ao mesmo tempo, podem agredir o meio ambiente, seja com a poluição do ar, a inundação de grandes áreas ou com o risco de desastres ecológicos.

A saída não está em voltar a viver como no tempo das cavernas. A ideia é usar a energia de maneira inteligente. O que, em outras palavras, quer dizer economizar para que não tenhamos de construir tantas unidades industriais de transformação de energia. Além disso, precisamos buscar alternativas que provoquem menos danos ao meio ambiente.

Mas até que o volume de energia de que precisamos possa ser suprido por essas fontes alternativas, o jeito será continuar dependendo das fontes tradicionais: petróleo e hidreletricidade. E o melhor a fazer é encontrar meios de usar mais eficientemente essas fontes. Veja o que dá para fazer em casa:



CERTO



ERRADO



CERTO



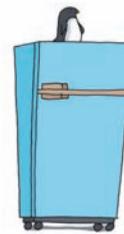
ERRADO



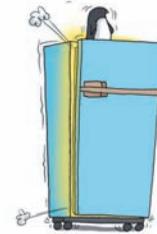
CERTO



ERRADO



CERTO



ERRADO

© Félix Reimers

Bom, depois disso tudo, acho que você pode aproveitar a hora do jantar e fazer um discurso para conscientizar sua família da necessidade de poupar energia e também da importância das fontes alternativas. Capriche, hein!

Fonte: LA ROVERE, Emilio Lèbre. “Economizar no que for possível”. *Ciência Hoje das Crianças on-line*. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/1161>>. Acesso em: 14 ago. 2009.

A partir desse texto, pode-se solicitar ao aluno que escreva o discurso sugerido para cons-

cientizar seus colegas sobre a necessidade do uso racional de energia.

## Texto 2 – Bagaço da cana também produz álcool

Uma pesquisa inovadora promete consolidar a posição estratégica do Brasil como um grande produtor mundial de biocombustíveis. Pesquisadores da Petrobras e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) desenvolveram uma tecnologia para a obtenção de etanol a partir do bagaço da cana-de-açúcar, o que poderá aumentar em 40% a produção nacional desse biocombustível e incrementar a participação das fontes renováveis na matriz energética do país.

A iniciativa surgiu da necessidade da Petrobras de investir em alternativas que aumentassem a produção de álcool sem expandir a área de cana plantada, o que evitaria a competição com a agricultura voltada para a produção de alimentos e não estimularia o desmatamento. A partir de um levantamento feito pela empresa nas principais universidades do país, teve início em 2004 um projeto baseado em resultados promissores de uma pesquisa conduzida pelo professor Ney Pereira Junior, da Escola de Química da UFRJ.



© Delfim Martins/Pulsar Imagens

Com a nova tecnologia de fabricação de bioetanol, a partir de uma tonelada de bagaço de cana, é possível hoje gerar 220 litros do combustível.

A tecnologia utiliza matérias-primas que contêm lignocelulose, presente em qualquer fibra vegetal, para obter bioetanol – nome técnico do álcool produzido a partir de resíduos vegetais. O etanol convencional é produzido a partir da fermentação do caldo de cana, e não da biomassa propriamente dita. Com o álcool de lignocelulose, inaugura-se a segunda geração de biocombustíveis, extraídos da matéria descartada nos processos usuais de produção do etanol.

tege essas substâncias de microrganismos e dá resistência à fibra. “O objetivo do nosso processo é desorganizar essa estrutura”, diz.

A coordenadora do projeto, Lídia Santa Anna, da Petrobras, explica que a lignocelulose é composta principalmente por celulose, hemicelulose e lignina. A celulose e a hemicelulose são polímeros constituídos de açúcares e a lignina é um composto que pro-

A pesquisadora destaca que a tecnologia desenvolvida pela Petrobras pode ser ajustada para outros rejeitos vegetais que tenham potencial para produção de bioetanol, como os resíduos da palha ou o capim. “Resíduos de torta de mamona, pinhão-manso e soja também estão sendo cogitados para produzir bioetanol por meio de tecnologia semelhante”, conta.

Segundo Santa Anna, a escolha da cana-de-açúcar para iniciar o projeto não foi ao acaso. “A partir de uma tonelada de bagaço de cana, é possível hoje gerar 220 litros de etanol e, em poucos anos, pretendemos chegar à marca de 270 litros”, estima.

### Do bagaço ao combustível

Para se fabricar etanol a partir da lignocelulose, o bagaço da cana é prensado dentro de um reator e submetido a uma solução ácida que quebra a estrutura da fibra. No processo, a hemicelulose é decomposta em açúcares que ficam em um resíduo líquido. Este passa por uma etapa de fermentação, em que microrganismos usam os açúcares para produzir o bioetanol.

Paralelamente, a lignina presente no resíduo sólido do pré-tratamento do bagaço é retirada e o material, rico em celulose, recebe enzimas que quebram o composto em açúcares, que também seguem para fermentação. “Para esse estudo, usamos duas espécies de leveduras naturais: *Pichiastipitis* e *Sacharomyces cerevisiae*”, conta a pesquisadora. A etapa final é a destilação, ou seja, a recuperação e purificação do etanol que conhecemos. “Tudo é aproveitado”, destaca ela.



© Delim Martins/Pulsar Imagens

O processo de produção do etanol a partir da lignocelulose de cana-de-açúcar está em fase de testes em uma unidade experimental no Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Petrobras, no Rio de Janeiro.

todo seja integrado, desde o pré-tratamento do bagaço até a fermentação e destilação do álcool”, afirma a pesquisadora. E completa: “A Petrobras prevê que em 2010 seja inaugurada uma planta demonstrativa para produzir álcool a partir de lignocelulose, no Rio de Janeiro, de olho no potencial imenso do Brasil para exportar esse produto.”

BEZERRA, Fabíola. *Ciência Hoje*. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/107831>>. Acesso em: 14 ago. 2009.

O processo de produção do etanol a partir da lignocelulose de cana-de-açúcar está em fase de testes em uma unidade experimental no Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Petrobras, no Rio de Janeiro.

A grande vantagem do processo é a reciclagem de resíduos que seriam descartados para a geração de energia. “O bagaço da cana é o resíduo agroindustrial mais expressivo no país”, ressalta Santa Anna.

Após os resultados positivos em laboratório, a nova tecnologia passa por testes em escala piloto em uma unidade experimental instalada no Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Petrobras (Cenpes), no Rio de Janeiro. “O equipamento foi projetado de forma que o processo

A partir desse texto e das discussões feitas em aula sobre o biocombustível, pode-se solicitar ao aluno que faça uma lista, separando em duas colunas, os prós e contras do uso do biocombustível.

Solicite aos alunos fazerem um glossário com as palavras utilizadas no texto, que para eles são desconhecidas.

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

Além das sugestões encaminhadas no corpo do texto, vale incluir:

### Livros

HELENE, Maria Elisa Marcondes. *A radioatividade e o lixo nuclear*. São Paulo: Scipione, 1996.

QUADROS, Sérgio. *A termodinâmica e a invenção das máquinas térmicas*. São Paulo: Scipione, 1996.

REIS, Lineu Bérico dos Reis; SILVEIRA, Semida (org.). *Energia elétrica para o desenvolvimento sustentável*. São Paulo: Edusp, 2000.

TUNDISI, Helena da Silva Freire. *Usos de energia: sistemas, fontes e alternativas: do fogo aos gradientes de temperatura oceânicos*. São Paulo: Atual, 1991.

### Visita

MUSEU DOS TRANSPORTES PÚBLICOS GAETANO FEROLLA. A visita é gratuita e pode ser feita de terça a domingo das 9 h às 17 h. O museu fica perto da Estação Armênia do Metrô, na Av. Cruzeiro do Sul, 780, São Paulo. Grupos maiores e monitorados devem ser agendados pelo telefone (11) 3315-8884.