

caderno do  
**PROFESSOR**

# FÍSICA



ensino médio  
**2ª SÉRIE**  
1º bimestre - 2008



## GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Governador  
**José Serra**

Vice-Governador  
**Alberto Goldman**

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

Secretária-Adjunta  
**Iara Gloria Areias Prado**

Chefe de Gabinete  
**Fernando Padula**

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

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

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

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

### EXECUÇÃO

#### Coordenação Geral

Maria Inês Fini

#### Concepção

Guiomar Namó de Mello

Lino de Macedo

Luis Carlos de Menezes

Maria Inês Fini

Ruy Berger

### GESTÃO

Fundação Carlos Alberto Vanzolini

#### Presidente do Conselho Curador:

Antonio Rafael Namur Muscat

#### Presidente da Diretoria Executiva:

Mauro Zilbovicius

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

Guilherme Ary Plonski

#### Coordenadoras Executivas de Projetos:

Beatriz Scavazza e Angela Sprenger

### APOIO

CENP – Coordenadoria de Estudos e Normas  
Pedagógicas

FDE – Fundação para o Desenvolvimento da  
Educação

### COORDENAÇÃO DO

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

Ghisleine Trigo Silveira

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

Luis Carlos de Menezes

### AUTOR

Guilherme Brockington

Yassuko Hosoume

Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira

### EQUIPE DE PRODUÇÃO

Coordenação Executiva: Beatriz Scavazza

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

### EQUIPE EDITORIAL

Coordenação Executiva: Angela Sprenger

Projeto Editorial: Zuleika de Felice Murrie

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

### CTP, Impressão e Acabamento

Imprensa Oficial do Estado de São Paulo

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

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

Caderno do professor. Física: ensino médio 2ª série 1º bimestre / Guilherme Brockington. – São Paulo: SEE, 2008.

ISBN. 978-85-61400-53-8

1. Física (Ensino Médio) – Estudo e ensino. I. Brockington, Guilherme. II. Hosoume, Yassuko. III. Oliveira, Maurício Pietrocola Pinto de. IV. São Paulo (Estado). Secretaria da Educação.

CDD 22ed. 530.07

Prezado(a) professor(a),

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

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

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

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

Conto com você.

**Maria Helena Guimarães de Castro**

Secretária da Educação do Estado de São Paulo

# SUMÁRIO

São Paulo faz escola – Uma Proposta Curricular para o Estado	5
Ficha do Caderno	7
Tema 1 – Fenomenologia: Calor, temperatura e fontes	8
Situação de Aprendizagem 1 – Cadê o calor?	11
Situação de Aprendizagem 2 – Reconhecendo e procurando o calor: cadê o frio?	14
Situação de Aprendizagem 3 – Estimando temperaturas	17
Situação de Aprendizagem 4 – Construindo um termômetro	18
Situação de Aprendizagem 5 – Regulando a temperatura	22
Grade de Avaliação dos produtos do tema	24
Propostas de questões para aplicação em avaliação relativas ao tema	25
Tema 2 – Trocas de calor e propriedades térmicas da matéria	27
Situação de Aprendizagem 6 – Quem libera mais?	28
Situação de Aprendizagem 7 – Conduzindo, “convectando”, irradiando: é o calor em trânsito!	32
Situação de Aprendizagem 8 – O mais energético	35
Grade de avaliação dos produtos do tema	39
Propostas de questões para aplicação em avaliação relativas ao tema	40
Tema 3 – Aquecimento e clima	43
Situação de Aprendizagem 9 – As brisas	44
Situação de Aprendizagem 10 – Temperaturas muito, muito baixas	48
Situação de Aprendizagem 11 – Multinacionais × ONGs: um confronto... de idéias!	52
Grade de avaliação dos produtos do tema	57
Propostas de questões para aplicações em avaliação relativas ao tema	58
Proposta de Situações de Recuperação	60
Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno para a compreensão do tema	61
Considerações finais	62

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

Prezado(a) professor(a),

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Maria Inês Fini**

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

## FICHA DO CADERNO

### Trocas e medidas de calor; aquecimento global

**Nome da disciplina:** Física

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

**Etapa da educação básica:** Ensino Médio

**Série:** 2<sup>a</sup>

**Período:** 1º bimestre de 2008

**Aulas semanais:** 2

**Semanas previstas:** 8

**Aulas no bimestre:** 16

**Temas desenvolvidos:** Fenômenos, fontes e sistemas que envolvem a troca de calor no cotidiano. Formas de controle de temperatura realizadas no cotidiano. Equipamentos e procedimentos para realizar medidas de temperatura. Procedimentos adequados para medida do calor. Propriedades térmicas dos materiais (dilatação/contração, condução, calor específico e capacidade térmica) envolvidos em sistemas ou processos térmicos do cotidiano. Quantidade de calor envolvida em processos termodinâmicos reais. Processos de trocas de calor (condução, convecção e irradiação) e respectivos modelos explicativos (calor como processo e calor como radiação térmica). Ciclos de calor no sistema terrestre (clima, fenômenos atmosféricos e efeito estufa). Aquecimento global e suas conseqüências ambientais e sociais.

**Autores:** Guilherme Brockington  
Yassuko Hosoume  
Mauricio Pietrocola Pinto de Oliveira

## TEMA 1 – FENOMENOLOGIA: CALOR, TEMPERATURA E FONTES

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

O enfoque do conteúdo disciplinar está no estudo do calor e da temperatura como energia em trânsito na matéria e na radiação. Esses conteúdos permitem a solução de questões do cotidiano que envolvem as trocas de calor, os isolantes térmicos, o uso de marcadores e reguladores de temperatura, as mudanças de temperatura no dia-a-dia e o clima em geral. O estudo do conceito de calor e temperatura permite a iniciação ao estudo das máquinas térmicas, cuja utilização foi determinante na mudança de padrões de produção na sociedade moderna, contribuindo para a Revolução Industrial no século XVIII.

A opção pelo estudo do calor e temperatura em situações experimentais, e não apenas pelos problemas abstratos, se deve ao fato de: I) haver uma série de atividades de fácil execução e de interesse para os estudantes; II) ser mais eficiente a definição científica desses conceitos por meio de experiências; III) permitir aos estudantes que se familiarizem com a necessidade de recorrer ao domínio teórico-experimental para lidar com propriedades/características da matéria.

Várias atividades deste Caderno dão início ao estudo de um tema fazendo uso de levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos,

em termos de conceitos e de representações lingüísticas. Este tipo de procedimento propõe desenvolver competências no domínio da linguagem através da reconstrução de conceitos e da adequação da linguagem matemática e científica. Por exemplo, inicia-se o estudo do calor pela tomada de consciência de seu uso em situações do cotidiano. Esta atividade é seguida por outras, em que se busca o reconhecimento das fontes de calor e dos armazenadores de “frio” no ambiente doméstico e os materiais empregados nesta tarefa. Isso permite diferenciar o uso vulgar e científico dos termos calor e temperatura, e mostrar a inexistência do frio como entidade científica.

A medida da temperatura e as variações das dimensões dos materiais em função da variação da temperatura são tratadas na seqüência. Os conceitos temperatura e coeficiente de dilatação estão relacionados por leis físicas simples e o seu conhecimento abre possibilidade para a construção adequada de aparelhos para a “medida” do calor. Desta forma, esses temas são aqui abordados na construção de medidores (termômetros) e de reguladores de temperatura. A linguagem empregada no cotidiano para medida do calor e da temperatura, como a caloria, o grau Celsius e Fahrenheit são analisados e discutidos em termos científicos. O domínio desses conceitos permite analisar os equipamentos utilizados para medir temperatura e estimar as trocas de calor.

O tema final desse Caderno introduz o estudante no estudo das trocas de calor e das propriedades térmicas da matéria que estão na origem dos fenômenos presentes no clima. As trocas de calor na atmosfera, com o estudo



das brisas, e o ciclo do calor no sistema terrestre são assuntos que permitem estender o uso dos conceitos aprendidos para situações globais e tratar questões de atualidade como as mudanças climáticas.

Construir e aplicar conceitos para a compreensão de fenômenos naturais e também tomar decisões e enfrentar situações-problema são a tônica das Situações de Aprendizagem propostas neste Caderno, o que pode ser identificado nos encaminhamentos de problematizações que solicitam a participação do aluno nas suas soluções. O desenvolvimento da competência de relacionar informações para construir argumentação consistente está presente em vários momentos do desenvolvimento das Situações de Aprendizagem, particularmente em “Multinacionais × ONGs: um confronto... de idéias!”, em que os alunos devem decidir sobre formas de preservar o meio ambiente.

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

A primeira parte do Caderno trata do tema “Fenomenologia: calor, temperatura e fontes,” desenvolvido em cinco Situações de Aprendizagem; a segunda, do tema “Trocadas de calor e propriedades térmicas da matéria”, é desenvolvida em três Situação de Aprendizagem. Em cada Situação, inicialmente é apresentado um quadro no qual é mostrada uma síntese. Após a explicitação do objetivo e do contexto da proposta, apresenta-se um roteiro, dirigido ao aluno. A seguir, é apresentado o “Encaminhando a ação”, explicitando a abordagem que deve ser dada ao desenvolvimento da Situação de Aprendizagem.

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

## Resumo geral do tema

O calor é “algo” profundamente ligado a todos os processos naturais e artificiais que nos cercam. De maneira direta ou indireta, ele está sempre presente no cotidiano do ser humano. Iniciaremos o estudo da Física Térmica a partir da discussão de fenômenos, fontes e sistemas que envolvem a troca de calor. O entendimento do conceito de calor permite compreender seu uso no dia-a-dia dos lares e indústrias, analisando, por exemplo, as propriedades térmicas de diferentes materiais, sendo possível também identificar as formas de controle de temperatura realizadas na vida diária.

## Apresentação da proposta

Ainda que a palavra calor seja de uso corrente, o entendimento do conceito físico por trás do termo não é nada usual. A maioria dos

alunos confunde facilmente calor com temperatura, equívoco capaz de trazer inúmeros problemas para a compreensão de fenômenos termodinâmicos que cercam nossa vida. A necessidade de fazer com que os estudantes utilizem corretamente alguns termos científicos exige, portanto, que eles sejam capazes de entendê-los conceitualmente. Para isso, é imprescindível que se discutam os conceitos de calor e temperatura a partir de suas concepções prévias.

O objetivo deste momento inicial é levar os alunos, por meio de um estudo fenomenológico, a perceber a constante presença do calor em nosso dia-a-dia. O desafio será fazê-los compreender o calor como um processo, como energia que transita entre corpos com temperaturas diferentes, passando sempre do mais quente para o mais frio. Para isso, é preciso dar ênfase nos aspectos termodinâmicos, principalmente no próprio conceito de calor e nos modelos, macroscópico e/ou microscópico, capazes de explicar seu fluxo na matéria. Por tratar-se de um início, da apresentação de um estudo, o intuito aqui é possibilitar aos alunos que construam o conceito de calor e temperatura. Por isso, o calor como radiação, por exemplo, será tratado em uma etapa posterior, quando o aluno estiver mais familiarizado com o assunto.

Para que a Física seja reconhecida como uma ferramenta para o entendimento do mundo é necessário que ela seja significativa para os

alunos. Porém, esse objetivo fica comprometido caso se exerça demasiada ênfase no estudo de transformação de escalas termométricas e nos cálculos de quantidade de calor. Diferenciando-se do tratamento tradicional, a Situação de Aprendizagem 1 começa com o levantamento do uso da palavra calor no dia-a-dia, identificando materiais, aparelhos e processos a ela relacionados. Esse levantamento é importante, pois servirá para guiar o curso, como veremos adiante. A Situação de Aprendizagem 2 tem como objetivo ampliar este reconhecimento inicial, levando os alunos a uma observação guiada, fazendo-os observar a cozinha de suas casas. As Situações de Aprendizagem 3 e 4 trabalham a noção de medida da temperatura, a partir de uma pesquisa e da construção de um termômetro. Já a Situação de Aprendizagem 5 diz respeito aos processos e artefatos que controlam a temperatura. Com essas cinco Situação de Aprendizagem é possível discutir desde a idéia espontânea de calor, passando pelo uso de materiais utilizados para a medida da temperatura, bem como processos naturais de controle, como a evaporação do suor.

As *Leituras de Física* 1, 2, 3, 4, 5 e 9, do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), de Física Térmica, disponíveis no sítio eletrônico do Instituto de Física da USP, e presentes em muitas escolas da rede estadual, trazem subsídios para o professor sistematizar, aprofundar e ampliar os conceitos aqui apresentados.

Segue abaixo uma sugestão de encaminhamento das Situações de Aprendizagem.

AULA 1	AULA 2	AULA 3	AULA 4	AULA 5	AULA 6
Situação de Aprendizagem 1 e discussão	Situação de Aprendizagem 2 e sistematização	Encaminhamento complementar	Situações de Aprendizagem 3 e 4	Encaminhamento complementar	Situação de Aprendizagem 5 e discussão

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1 – CADÊ O CALOR?

**Tempo previsto:** 1 aula

**Conteúdos e temas:** Calor, temperatura e fontes. Processos que envolvem troca de calor.

**Competências e habilidades:** Identificar fenômenos, fontes e sistemas que envolvem calor para a escolha de materiais apropriados a diferentes situações ou para explicar a participação do calor nos processos naturais ou tecnológicos.

**Estratégias:** Atividade de organização de conhecimentos prévios a partir de discussão em pequenos grupos, com proposta de sistematização em grande grupo.

**Recursos:** Roteiro 1, visando identificar objetos e fenômenos que envolvem os conceitos de calor e temperatura.

**Avaliação:** Avaliar a variedade e a qualidade das manifestações dos alunos, bem como sua capacidade de organizá-las em categorias tendo em vista suas características.

### Objetivo/contexto

O objetivo desta Situação de Aprendizagem é fomentar uma discussão sobre o uso dos termos “calor” e “frio”, incentivando seus alunos a falarem de processos que envolvam aquecimento e resfriamento. Pode-se também investigar as propriedades térmicas de diferentes materiais. Por exemplo, alguns alunos provavelmente irão se referir a “sentir frio”, e podem dizer que um cobertor esquenta mais que um lençol (caso isso não ocorra, procure você mesmo falar, levando-os a buscar expressões que normalmente usam). O frio, materializado no senso comum como um “ente” oposto ao calor, deverá ser entendido como o resultado de uma troca de energia, de uma perda de calor. A sensação térmica correspondente a sentir frio está relacionada à queda de temperatura do corpo ao ceder calor para outro corpo (ou ambiente) que se encontra em temperatura mais baixa. Quanto aos materiais, é possível contrapor, por exemplo, roupas de inverno e verão, levando

os alunos a entender que o cobertor não esquenta, visto que não é uma fonte de calor. O que ele faz é isolar melhor o corpo do que o lençol, diminuindo os processos de troca de calor e, conseqüentemente, mantendo-o quente por mais tempo.

### Roteiro 1: Cadê o calor?

Utilizamos a palavra “calor” em diversas ocasiões em nosso dia-a-dia. Para iniciarmos nosso estudo acerca dos fenômenos térmicos, escreva em seu caderno algumas frases típicas que você diz quando deseja falar algo relacionado ao calor ou ao frio. (Por exemplo: Estou com um calor danado! Este cobertor é quente. Hoje está muito frio...)

Agora, faça uma lista de pelo menos 20 coisas, processos ou situações nas quais exista alguma relação com calor ou com temperatura.

Terminada a lista, responda às questões seguinte:

- 1 – Quais características dos elementos que você listou os associa a processos térmicos? (Por exemplo: lã está associada a dia frio ou camiseta sem manga está associada a um dia quente.)
- 2 – Tente classificar todas as coisas que você anotou em três grupos: I) substâncias e materiais; II) processos, fenômenos e conceitos; III) máquinas, aparelhos e sistemas naturais.

### Encaminhando a ação

Para iniciar o estudo da Física Térmica, convide os estudantes a falarem sobre questões ligadas ao calor e à temperatura, como o clima, as máquinas, os tipos de roupa etc. Coisas que os levem a pensar sobre a importância e a presença do calor no dia-a-dia. Comece pedindo aos alunos que digam frases que envolvam o termo “calor”. Peça para que eles relacionem quais coisas ou fenômenos estão associados a cada frase. Por exemplo: “Hoje está um calor danado!” A frase associa-se com o clima, a temperatura ambiente. Ou, “Esta roupa é quentinha.” A frase se relaciona ao tipo de material de que é feita a roupa.

Disponha os alunos em pequenos grupos (até cinco integrantes), distribua aos grupos o Roteiro 1 e peça para que respondam às perguntas nele contidas.

Ao término do tempo de realização da tarefa (cerca de 20 min), peça para que eles digam o que conseguiram listar e vá anotando na lousa.

Feito isso, reorganize a sala em um grande grupo e sugira para que eles encontrem algo em comum entre o que foi citado, de modo que possam ser agrupados.

Note que mais importante que o envolvimento dos alunos neste levantamento, é permitir que eles participem do planejamento do curso, ou seja, os conteúdos a serem trabalhados nas aulas estarão intimamente relacionados àquilo que foi citado do universo dos próprios alunos.

Sugerimos três grandes categorias classificatórias: I) substâncias e materiais, II) processos, fenômenos e conceitos e III) máquinas, aparelhos e sistemas naturais. Na tabela abaixo segue um exemplo dessa classificação:

Substâncias e materiais	Processos, fenômenos e conceitos	Máquinas, aparelhos e sistemas naturais
Água	Calor	Geladeira
Ar	Atrito	<i>Freezer</i>
Borracha	Materlada	Bomba atômica
Álcool	Ebulição	Chuveiro

Esta classificação não pretende ser única. É possível estabelecer outras formas de categorização, no entanto, essa, utilizada pelo GREF,

tem apresentado ótimos resultados para o estudo inicial da Física Térmica.

A intenção não é, neste momento, explicar o funcionamento das máquinas, nem dos fenômenos e processos. A idéia é fazer com que surjam condições para que a Física Térmica seja tratada como um instrumento de compreensão do mundo. As possíveis questões acerca do funcionamento dos aparelhos ou outros questionamentos que necessitem de um maior conhecimento teórico devem ser anotadas para que, posteriormente, possam ser trabalhadas.

### Para casa

Depois de ter realizado a Situação de Aprendizagem 1, distribua o Roteiro 2 e peça aos alunos que a façam em casa. A partir desta nova atividade você poderá iniciar a próxima aula e continuar a discussão acerca do calor e seus processos de troca.

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 2 – RECONHECENDO E PROCURANDO O CALOR: CADÊ O FRIO?

**Tempo previsto:** 1 aula

**Conteúdos e temas:** Calor, temperatura e fontes. Processos que envolvem troca de calor. Propriedades térmicas dos materiais; fontes de calor, materiais isolantes e condutores.

**Competências e habilidades:** Identificar fenômenos, fontes e sistemas que envolvem calor para a escolha de materiais apropriados a diferentes situações ou para explicar a participação do calor nos processos naturais ou tecnológicos. Compreender a relação entre variação de energia térmica e temperatura para avaliar mudanças na temperatura e/ou mudanças de estado da matéria em fenômenos naturais ou processos tecnológicos.

**Estratégias:** Atividade de organização de informações recolhidas pelos alunos em casa. Uso de discussão em pequenos grupos, com proposta de sistematização em grande grupo.

**Recursos:** Roteiro 2, visando identificar fontes, isolantes e condutores de calor presente nas cozinhas.

**Avaliação:** Avaliar a variedade e a qualidade das manifestações dos alunos, bem como sua capacidade de organizá-las em categorias em função de suas características.

### Objetivo/contexto

Esta Situação de Aprendizagem visa identificar quais são as fontes de calor nas casas e nos ambientes freqüentados pelos alunos, identificando, por exemplo, o que acaba servindo de fonte térmica, como a chama do fogão. Além disso, leve-os a perceber as diferenças entre os materiais que conduzem o calor (metal das panelas) e os materiais que o isolam (como o cabo de madeira das panelas). Com a discussão acerca do comportamento dos materiais em relação à condução térmica, tem-se a situação ideal para se apresentar o modelo explicativo do calor como um processo dinâmico, associando-o à energia em trânsito e diferenciando-o de temperatura.

### Roteiro 2: Reconhecendo e procurando o calor. Cadê o frio?

Em casa, vá até a cozinha, olhe à sua volta e anote em seu caderno pelo menos duas coisas diretamente relacionadas ao calor. Observe bem o que anotou e responda, para cada uma delas, às seguintes questões:

- 1 – O que produz calor?
- 2 – O que transmite calor?
- 3 – O que retira calor?
- 4 – O que é usado para manter a temperatura?
- 5 – E o frio? Cadê o frio?

## Encaminhando a ação

Comece retomando um pouco da aula anterior e, depois, peça aos alunos que se lembrem da cozinha de suas casas. Retome as perguntas contidas no Roteiro 2. Provavelmente você terá respostas como: 1 – O que produz calor? Fogão, chama, fósforo, isqueiro, forno, micro-ondas etc.; 2 – O que transmite calor? Panela, vidro, copo, metal etc.; 3 – O que retira calor? Geladeira, *freezer*, isopor, gelo, água corrente etc.; 4 – O que é usado para manter a temperatura, não perder calor? Geladeira, *freezer*, isopor etc.; 5 – E o frio? Cadê o frio? Na geladeira, no gelo, na água gelada etc. Estas são algumas das respostas possíveis. Lembre-se de que você deverá guiar o curso a partir delas. Utilize as falas dos alunos como ponto de partida para as discussões e para a introdução dos conceitos da Física Térmica.

Como os alunos deverão observar a cozinha de suas casas, você terá uma diversidade grande de elementos. A idéia é tentar agrupar os relatos dos alunos em “processos de troca” e materiais. Mas, lembre-se, inicialmente este agrupamento deve ser implícito. Ele deve guiar a maneira com que você discutirá o tema, sem necessariamente explicitar aos alunos neste instante seus critérios de classificação.

Por meio destes questionamentos (espera-se que os alunos já tenham respondido em casa, mas começando desta forma, além de iniciar a discussão pode-se dar oportunidade àqueles que ainda não fizeram a atividade) será possível tratar o tema proposto para essa aula.

Na lousa, vá escrevendo os relatos dos alunos já pensando em agrupá-los posteriormente em três categorias: I) fontes de calor, II) materiais isolantes e III) materiais condutores de calor. A partir desta classificação, você deverá guiar o estudo, usando os elementos listados para trabalhar os conceitos. Além das *Leituras de Física* do GREF, este assunto é

abordado por quase todos os livros didáticos. Escolha aquele que mais lhe agrada e utilize-o para subsidiar as discussões e o tratamento conceitual do tema.

É preciso ressaltar que o objetivo principal desta atividade é discutir o conceito de troca de calor. No dia-a-dia, podemos perceber que quando dois corpos estão em contato, o mais quente cede calor para o mais frio, por meio da condução de calor. Ou, quando entre esses corpos há um fluido, como ar ou água, também há uma troca de calor, por meio dos choques entre as moléculas, processo que chamamos de **convecção**. E quando não existe nada entre os corpos, há ainda troca de calor, por meio da **radiação**, o que possibilita entender, por exemplo, como a luz solar atravessa milhares de quilômetros de espaço vazio entre o Sol e a Terra. São processos distintos e todos dizem respeito ao calor e suas trocas. Contudo, processos como irradiação, convecção e equilíbrio dinâmico serão melhor trabalhados mais tarde, nos próximos temas.

Certamente os alunos irão trazer exemplos retirados da observação dos utensílios na cozinha. Por exemplo, ao observar a cozinha fica clara a existência da troca de calor por condução, ao colocar uma panela em contato com a chama. Ao mesmo tempo, esta mesma chama troca calor com suas mãos, por irradiação. Entretanto, ainda que se discuta aqui o papel dos materiais isolantes e condutores, a idéia não é aprofundar nos processos de troca em si, focando na condução. Este momento deve ser pensado como um convite ao estudo do tema, uma forma de iniciar com o aluno uma conversa sobre a Física Térmica.

Sendo assim, neste momento, procure salientar a idéia de que as fontes de calor são elementos que fornecem energia, contribuindo para o aumento da temperatura de quem a recebe e, conseqüentemente, diminuindo a temperatura de quem a cede.



## Encaminhamento complementar

Sugerimos que a próxima aula (Aula 3) seja dedicada à sistematização do conteúdo tratado até aqui. Pode-se, neste momento, começar a apresentação do modelo cinético-molecular. Este modelo parte do pressuposto de que a matéria é constituída de moléculas que estão continuamente se movendo de forma caótica e desordenada, sempre interagindo entre si quando estão muito próximas umas das outras. Por meio desse modelo é possível explicar a diferença de condutibilidade do calor entre os materiais (isolantes e condutores), apresentar os estados sólido, líquido e gasoso da matéria e, principalmente, conceituar a temperatura como uma medida da energia cinética das moléculas constituintes de um corpo. Esse modelo será retomado nos próximos temas, de forma que os alunos construam sua compreensão ao longo do curso.

Procure discutir o conceito de temperatura como agitação das moléculas, fazendo com que os alunos compreendam o calor como a energia que faz esse movimento variar, de forma que quando um corpo recebe calor, ganha energia, aumentando a energia cinética das moléculas e, conseqüentemente, elevando sua temperatura. De maneira oposta, ao perder calor, perde-se energia, reduzindo a energia de movimento das moléculas, diminuindo sua temperatura. Lembre-se de que esta diferenciação não é trivial, o que requer bastante cuidado ao discuti-la com os alunos.

### Para casa

No final da aula 3, entregue para os alunos o Roteiro 3 e peça para que eles a façam em casa. Eles deverão pesquisar em livros e na internet para realizar a atividade. É por meio dela que você deverá iniciar a próxima aula.



## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3 – ESTIMANDO TEMPERATURAS

**Tempo previsto:** 1 aula.

**Conteúdos e temas:** Calor, temperatura e fontes. Processos que envolvem troca de calor. Propriedades térmicas dos materiais.

**Competências e habilidades:** Estimar e realizar medidas de temperatura, escolhendo equipamentos e procedimentos adequados para isto.

**Estratégias:** Atividade de levantamento de temperaturas para conduzir as discussões acerca de equipamentos e procedimentos para realizar suas medidas.

**Recursos:** Roteiro 3, que leva os alunos a fazer estimativas acerca das temperaturas de diferentes corpos.

**Avaliação:** Avaliar a variedade e a qualidade das pesquisas dos alunos, bem como sua participação nas discussões em sala de aula.

### Objetivo/contexto

Esta Situação de Aprendizagem levará os alunos a fazer estimativas acerca das temperaturas de diferentes corpos.

### Roteiro 3: Estimando temperaturas

Qual será a temperatura de um forno caseiro? E de um forno de uma siderúrgica? Qual será a temperatura de uma formiga? E de um elefante?

Tente responder a essas perguntas... Difícil, não é? Agora, imagine como se mede tais temperaturas.

Nesta atividade você deverá pesquisar temperaturas de 20 diferentes elementos, seus instrumentos de medida e como se realizam tais medições.

Abaixo serão listados alguns itens, como exemplo. Seja criativo!

Corpo humano, golfinho, fotosfera solar, planeta Terra, planeta Marte, fusão do tungstênio, filamento de uma lâmpada, lâmpada fluorescente, forno metalúrgico, forno doméstico, interior da geladeira, interior do congelador, interior de um iglu, dia muito quente, dia muito frio...

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 4 – CONSTRUINDO UM TERMÔMETRO

**Tempo previsto:** 1 aula.

**Conteúdos e temas:** Calor, temperatura e fontes. Processos que envolvem troca de calor. Propriedades térmicas dos materiais.

**Competências e habilidades:** Estimar e realizar medidas de temperatura, escolhendo equipamentos e procedimentos adequados para isto.

**Estratégias:** Uso de uma atividade experimental para conduzir as discussões acerca de equipamentos e procedimentos para medir temperaturas.

**Recursos:** Atividade experimental, utilizando materiais de baixo custo para a construção de um termômetro.

**Avaliação:** Relatório-síntese das observações realizadas e dos conceitos trabalhados na atividade. Por tratar-se de uma atividade experimental, deve-se também avaliar o grau de comprometimento do aluno na realização do experimento.

### Objetivo/contexto

Esta Situação de Aprendizagem tem por objetivo a construção de um aparelho simples para medida da temperatura: o termômetro. Esse termômetro só terá fins didáticos, mas possibilitará discutir sobre outros instrumentos utilizados para medir temperaturas.

Para explicar o aumento da coluna de álcool, substância utilizada nesta experiência, retome o modelo microscópico discutido anteriormente. A dilatação deste líquido permite discutir como os materiais se comportam quando sua temperatura varia. Pode-se assim tratar de exemplos clássicos, presentes na maioria dos livros didáticos, como a dilatação de portões metálicos no verão, as folgas deixadas na construção das linhas de trem etc.

### Roteiro 4: Construindo um termômetro

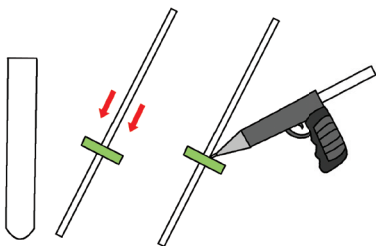
#### Materiais:

- ▶ pote plástico de filme fotográfico (ou um tubo de ensaio)
- ▶ cano fino de plástico (entre 2 e 4 mm de espessura), transparente (ou um tubo capilar)
- ▶ cola quente
- ▶ álcool comum 96 °GL
- ▶ corante

**Para a calibração:** vasilha com água e gelo

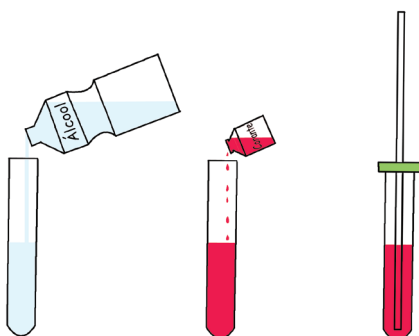
### Mãos à obra!

Na tampa do pote, faça um furo da largura do cano transparente e encaixe-o na tampa. Certifique-se de que está bem vedado, passando um pouco de cola quente na junção entre eles.

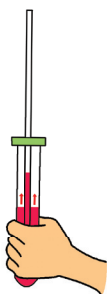


Agora, encha o pote até a metade com álcool e pingue algumas gotas de corante, para deixá-lo bem colorido.

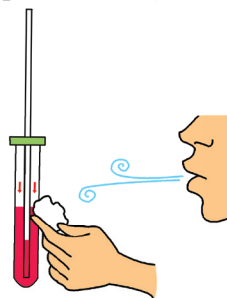
Feche o pote com a tampa, deixando uma das extremidades do canudo imersa no álcool.



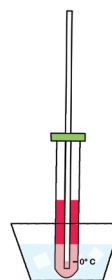
Agora, segure o pote com as mãos e observe o que acontece. Você verá uma coluna de álcool subindo pelo canudo.



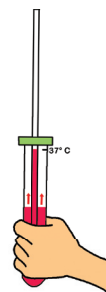
Para fazer com que a coluna de álcool desça, basta diminuir a temperatura do pote. Para isso, passe nele um algodão com álcool e assopre-o. (Hummm... Por que isso faz a temperatura do pote baixar?)



Você agora deverá calibrar seu termômetro. Para isso, coloque-o em uma vasilha com gelo e espere algum tempo para que se atinja o equilíbrio térmico, momento em que a altura do álcool se estabiliza. Anote a altura do álcool no tubo, que irá corresponder à temperatura de equilíbrio com o gelo fundente ( $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).



Agora, retire o termômetro da vasilha com gelo, coloque-o entre suas mãos e espere até que se atinja novamente o equilíbrio. Anote a nova altura atingida pelo álcool no tubo. Esta altura corresponderá aproximadamente à temperatura corporal ( $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).



Por meio desse procedimento, você pode construir uma escala para o seu termômetro, já que conhece dois pontos no tubo associados a duas temperaturas. Meça a distância correspondente ao intervalo de  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$  e calcule, usando “regra de três”, qual a distância irá corresponder a  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Faça marcas no tubo de 1 em  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , indo do  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  até onde puder.

Você acaba de construir um termômetro similar aos que você compra na farmácia. O funcionamento é o mesmo, o que muda é o material.



Use seu termômetro para medir a temperatura de outros objetos.

Por exemplo, meça a temperatura ambiente e compare o resultado com a temperatura obtida em um termômetro comercial. A diferença é muito grande? Por que será? Será possível melhorar a sensibilidade e precisão de seu termômetro? Quais os principais “defeitos” e “qualidades” dele?

Agora, veja algo interessante: segure o pote pela parte vazia. O que acontece com a velocidade de crescimento da coluna de líquido? Ela subirá mais rápido ou mais lenta do que quando você segura o pote pela parte cheia de álcool?

Após o término da atividade escreva um relatório, sintetizando o que você observou e aprendeu.

## Encaminhando a ação

Inicie a aula a partir de uma conversa com os alunos, perguntando-lhes sobre situações em que é necessário o conhecimento da temperatura. Por exemplo, a temperatura de um forno ao assar um bolo, ou a temperatura do corpo quando se tem febre, ou mesmo a temperatura de um balcão de frios em um supermercado. Nesses casos, é imprescindível que se conheça a temperatura. Pergunte aos alunos, então: Como se realiza esta medida?

A partir desta conversa inicial, peça aos alunos que relatem algum dos valores de temperatura encontrados e seus respectivos instrumentos de medida. Ao término do relato, peça aos alunos que entreguem a atividade do Roteiro 3, previamente feita em casa.

Como o assunto inicial é medidas de temperatura, forneça o Roteiro 4 e o material necessário para sua execução. Como trata-se de um material inflamável, certifique-se de que não haja fósforos nem isqueiros na sala.

Auxilie os alunos na confecção do termômetro, alertando-os a vedarem bem a junção entre a tampa do pote e o canudo. Depois de pronto, deixe que manuseiem à vontade e respondam às perguntas contidas no Roteiro 4.

Procure explorar com os alunos o processo de calibração do termômetro. Discuta com eles sobre a arbitrariedade da referência e unidade de medida.

Leve os alunos a articular suas observações com o modelo cinético da matéria, ou seja, no processo de troca de calor, o líquido que constitui o termômetro ganha energia da fonte de calor, aumentando a energia cinética de suas moléculas. Este aumento de energia aumenta a vibração das moléculas, o que acarreta um aumento da distância média entre elas.

Esta atividade permite aos alunos compreenderem que, graças às propriedades térmicas dos diferentes materiais, eles podem ser utilizados como instrumentos de medida de temperaturas. Assim, tem-se termômetros a gás, onde para cada volume associa-se uma temperatura. Os instrumentos para medir temperaturas elevadas, como fornos industriais ou estrelas, são os chamados pirômetros ópticos, capazes de comparar a cor da luz emitida por um forno com a cor da luz emitida pelo filamento de uma lâmpada.

Oriente os alunos na redação do relatório final. Explique que deve ser um texto que sintetize as observações que realizaram e que apresente o que aprenderam. Os alunos não têm o hábito de escrever e isso é algo que precisa também ser educado. Incentive-os a escrever de maneira não burocrática, mas de uma forma que possa organizar em um texto tudo aquilo que foi visto. Certamente, os primeiros relatórios não serão bons, mas com o tempo eles serão aprimorados.

### Encaminhamento complementar

Na aula seguinte à realização da experiência acima descrita, utilize o aumento da coluna de álcool no termômetro para discutir o que ocorre com os diferentes materiais ao sofrerem variações de temperatura. Sugerimos que faça um encaminhamento complementar, para sistematizar os conceitos apresentados e solucionar possíveis dúvidas que irão surgir. Utilize o livro didático que achar mais conveniente para auxiliá-lo na preparação e execução desta aula.

O próximo passo é discutir formas de controle da temperatura. Para que a discussão seja rica, distribua o Roteiro 5 e peça aos alunos que a façam em casa. Como eles terão que apresentar na sala de aula os dispositivos que controlam a temperatura, já os oriente que será uma atividade em grupo. Tenha essa apresentação em mente para que ela não demore muito e atrapalhe o tratamento conceitual do tema da aula.

Para não ter problemas caso os alunos não tragam os dispositivos, procure levar pelo menos um destes como garantia. Pode ser, por exemplo, um termostato de ferro de passar, que facilmente pode ser conseguido em alguma assistência técnica.

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 5 – REGULANDO A TEMPERATURA

**Tempo previsto:** 1 aula

**Conteúdos e temas:** Calor, temperatura e fontes. Processos que envolvem troca de calor. Propriedades térmicas dos materiais.

**Competências e habilidades:** Identificar fenômenos, fontes e sistemas que envolvem calor para a escolha de materiais apropriados a diferentes situações ou para explicar a participação do calor nos processos naturais ou tecnológicos. Identificar as formas de controle de temperatura realizadas no cotidiano.

**Estratégias:** Atividade de organização de conhecimentos a partir do uso de discussão em pequenos grupos, com proposta de sistematização em grande grupo.

**Recursos:** Roteiro 5, visando identificar equipamentos e procedimentos para realizar o controle de temperaturas no cotidiano.

**Avaliação:** Relatório-síntese das observações realizadas e dos conceitos trabalhados na atividade. Participação do aluno nas discussões e realização da atividade.

### Objetivo/contexto

Nesta Situação de Aprendizagem a idéia é levar os alunos a reconhecer procedimentos que usam regularmente para o controle da temperatura. Seja por meio de dispositivos, como termostato de uma geladeira, ou por meio de “procedimentos” como diminuir o fluxo de água do chuveiro quando o dia está frio, ou ficar parado em frente a um ventilador, auxiliando assim a evaporação do suor e, conseqüentemente, reduzindo a temperatura corporal.

### Roteiro 5: Regulando a temperatura

No dia-a-dia, em inúmeras situações, somos obrigados a ter um controle sobre a temperatura. Na aula anterior, aprendemos sobre instrumentos que servem para medir a tempe-

ratura. Mas, como podemos controlar a temperatura?

Para responder a esta pergunta, execute as seguintes tarefas.

- 1 – Faça uma lista com cinco itens “coisas” que precisam ter sua temperatura controlada.
- 2 – Leve para a sala de aula o dispositivo que controla a temperatura e apresente-o para a turma. Para conseguir estes dispositivos, recorra a eletricitas, mecânicos de carro, reparadores de eletrodomésticos etc.
- 3 – Procure identificar como este controle é realizado, relacionando-o com o que estudamos até agora.

Após o término da atividade, escreva um relatório, sintetizando o que você observou e aprendeu.

### Encaminhando a ação

A aula anterior apresentou formas de medidas da temperatura, relacionadas às mudanças nos materiais ao sofrerem variações de temperatura. Assim, retome o que foi trabalhado sobre os termômetros para iniciar a discussão sobre formas de controle da temperatura.

Peça aos alunos que, em pequenos grupos, discutam as questões propostas. Ao final da discussão, recolha o Roteiro 5, distribuído na aula anterior.

Leve-os a perceber que pode-se, por exemplo, controlar a temperatura do banho regulando a quantidade de água, abrindo mais ou menos a torneira. O mesmo ocorre quando se controla a chama do fogão, regulando o fluxo de gás ao se girar o botão. Controlamos a temperatura do corpo, regulando a evaporação do suor quando em situações normais, ou por meio de medicamentos quando temos uma febre. Ajude-os a refletirem sobre o nível de água do radiador de um carro, sobre a ventoinha (*coller*) de um computador, ou o termostato da geladeira.

Sugerimos uma demonstração simples, facilmente encontrada nos livros didáticos, do funcionamento de uma lâmina bimetálica a partir do aquecimento de um papel com face metálica (como os papéis laminados). Basta aquecer uma tira deste papel com a chama de um palito de fósforo. Como os materiais possuem coeficientes de dilatação diferentes, quando a tira de papel é aquecida, uma parte dilata mais que a outra. Porém, como não é possível se desligarem entre si, a tira encurva-se. Esta demonstração ilustra o comportamento de

uma lâmina bimetálica, presente em inúmeros equipamentos de controle de temperatura.

Trabalhe com os alunos na elaboração do relatório. O hábito de sistematizar e organizar o aprendizado pode e deve ser educado. Não se trata de algo simples, mas com o tempo pode-se perceber o quanto é útil na compreensão e construção do conhecimento científico. Não deixe que os relatórios se tornem meramente burocráticos. Incentive-os a participar e a escrever suas análises.

### Encaminhamento complementar

Utilize seu livro didático para trabalhar questões tradicionais sobre o tema, como dilatação e contração de corpos sólidos e líquidos. Se tiver tempo, utilize mais uma aula para resolver o problema da dilatação/contração aparente. Evite tratar de mudanças de escala, visto que esse assunto tem pouca relevância para o aluno, sendo basicamente um conteúdo cansativo e pouco estimulante.

Com a sistematização da Situação de Aprendizagem 5, terminamos o primeiro tema de Física Térmica. Este estudo inicial possibilita aos alunos travarem um primeiro contato com as definições científicas de calor e temperatura. O próximo tema permite aprofundarmos os conceitos aqui apresentados e faz com que os alunos adquiram ainda mais familiaridade com os “instrumentos” da Física para a leitura do mundo.

### Para casa

A aula inicial do próximo tema traz um experimento bastante simples para medir o calor específico de materiais diferentes, e dá início a análises mais precisas sobre os processos de troca de calor. Assim, entregue o Roteiro 5 previamente para os alunos, para que eles o façam em casa.

## GRADE DE AVALIAÇÃO DOS PRODUTOS DO TEMA

Atividade	Competências e Habilidades	Indicadores de Aprendizagem
Situação de Aprendizagem 1	Utilizar terminologia científica adequada para se referir a processos que envolvem troca de calor. Identificar a presença do calor nos fenômenos cotidianos.	Identificar fenômenos, fontes e sistemas que envolvem calor para a escolha de materiais apropriados. Classificar os fenômenos e elementos presentes nos processos de troca de calor.
Situação de Aprendizagem 2	Utilizar terminologia científica adequada para descrever situações cotidianas que envolvem processos de troca de calor. Analisar e prever fenômenos ou resultados de experimentos científicos organizando e sistematizando informações dadas.	Explicar a participação do calor nos processos naturais ou tecnológicos. Reconhecer diferentes fontes de calor. Reconhecer as propriedades térmicas dos materiais e sua influência nos processos de troca de calor. Reconhecer o calor como energia em trânsito.
Situação de Aprendizagem 3	Estimar e escolher procedimentos adequados para a realização de medidas de temperatura. Selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas para tomar decisões e enfrentar situações-problema.	Identificar diferentes ordens de grandeza de temperatura de diversos corpos. Estimar ordem de grandeza de temperatura de elementos do cotidiano. Propor procedimentos em que sejam realizadas medidas de temperatura. Organizar informações em tabelas e histogramas.
Situação de Aprendizagem 4	Construir e aplicar conceitos relacionados à Física Térmica para a compreensão de fenômenos naturais e artificiais. Identificar e compreender os diversos níveis de explicação física, microscópicos ou macroscópicos, utilizando-os apropriadamente na compreensão de fenômenos. Elaborar relatórios analíticos, apresentando e discutindo dados e resultados dos experimentos, fazendo uso, sempre que necessário, da linguagem física apropriada.	Compreender o funcionamento dos diferentes termômetros. Compreender o conceito de equilíbrio térmico. Utilizar o modelo cinético das moléculas para explicar as propriedades térmicas das substâncias, associando-o ao conceito de temperatura e à sua escala absoluta.
Situação de Aprendizagem 5	Reconhecer procedimentos naturais e artificiais para o controle da temperatura.	Identificar as propriedades térmicas dos materiais nas diferentes formas de controle da temperatura.



## PROPOSTAS DE QUESTÕES PARA APLICAÇÃO EM AVALIAÇÃO RELATIVAS AO TEMA

- 1) Em uma noite fria, ao usarmos um cobertor de lã, é comum dizermos: “este cobertor esquenta!”. Depois do que você estudou, explique se fisicamente essa frase está correta ou não.
- 2) Quando alguém tem febre, é comum utilizar um termômetro de mercúrio para medir a temperatura corporal. Muitas vezes, as pessoas têm medo de deixá-lo muito tempo em contato com a pele, alegando que quanto mais tempo ele ficar em contato com o corpo mais quente ele ficará, medindo assim uma febre ainda mais intensa. Explique se esse raciocínio está correto ou não.
- 3) As tampas de metal de potes de vidro são mais fáceis de serem abertas quando o pote todo é imerso em água quente. Isso ocorre porque:
- (A) a água quente lubrifica as superfícies em contato, diminuindo o atrito entre elas.
- (B) a água quente amolece o metal, fazendo com que a tampa se solte.
- (C) o metal dilata-se mais que o vidro, quando ambos sofrem a mesma variação de temperatura.
- (D) o vidro dilata-se mais que o metal, quando ambos sofrem a mesma variação de temperatura.
- 4) Em dias frios, é muito comum que se utilize coloquialmente a seguinte expressão: “vou vestir uma malha de lã para me aquecer”. Escolha a expressão abaixo que melhor traduz a intenção da frase em termos físicos.
- (A) A lã é um dos mais quentes tecidos conhecidos.
- (B) A lã se aquece mais rapidamente que os demais tecidos.
- (C) A lã tem mais calor acumulado que outros tecidos.
- (D) A lã é um bom isolante térmico.
- (E) A lã é impermeável.
- 5) (Enem-2001) A refrigeração e o congelamento de alimentos são responsáveis por uma parte significativa do consumo de energia elétrica em uma residência típica. Para diminuir as perdas térmicas de uma geladeira, podem ser tomados alguns cuidados operacionais:
- I. Distribuir os alimentos nas prateleiras deixando espaços vazios entre eles, para que ocorra a circulação do ar frio para baixo e do quente para cima.
- II. Manter as paredes do congelador com camada bem espessa de gelo, para que o aumento da massa de gelo aumente a troca de calor no congelador.
- III. Limpar o radiador (“grade” na parte de trás) periodicamente, para que a gordura e a poeira que nele se depositam não reduzam a transferência de calor para o ambiente.
- Para uma geladeira tradicional é correto indicar, apenas,
- (A) a operação I.
- (B) a operação II.
- (C) as operações I e II.
- (D) as operações I e III.
- (E) as operações II e III.

## Grades de correção das questões:

### Resolução e comentários:

1) Resposta correta: *Fisicamente, a frase não está correta.*

*A sensação de frio que sentimos no inverno deve-se à troca de calor de nosso corpo com o ambiente. O cobertor de lã não nos esquenta, pois ele não é uma fonte de calor, logo não o produz. O que ele faz é dificultar o processo de troca de calor, agindo como um isolante térmico, evitando que haja uma diminuição da temperatura corporal.*

2) Resposta correta: *Este raciocínio é equivocado.*

*Por existir uma diferença de temperatura entre o termômetro e o corpo da pessoa*

*há, então, uma troca de calor, o que faz o mercúrio dilatar e, assim, pode-se inferir a temperatura corporal. Essa troca de calor existe até que o termômetro atinja a temperatura do corpo da pessoa febril. A partir desse instante, não há diferenças de temperatura entre eles e, portanto, não há mais troca de calor, de forma que não é possível que o termômetro marque uma temperatura maior.*

3) Resposta correta: *Alternativa (C) o metal dilata-se mais que o vidro, quando ambos sofrem a mesma variação de temperatura.*

4) Resposta correta: *Alternativa (D).*

5) Resposta correta: *Alternativa (D) as operações I e III.*

## TEMA 2 – TROCAS DE CALOR E PROPRIEDADES TÉRMICAS DA MATÉRIA

### Resumo geral do tema

O objetivo deste tema é discutir os processos térmicos envolvidos nas trocas de calor e os efeitos causados por elas. Desta forma, pode-se trabalhar com os alunos a análise das propriedades térmicas dos materiais presentes em sistemas ou processos térmicos do cotidiano. Será possível discutir processos de condução e os conceitos de calor específico e capacidade térmica. Além disso, por meio do estudo deste tema, será possível identificar os diferentes processos de trocas de calor (condução, convecção e irradiação) e diferenciar os seus respectivos modelos explicativos.

### Apresentação da proposta

Dando seqüência aos estudos da Física Térmica, é preciso agora discutir com os alunos os processos envolvidos nas trocas de calor. A diferenciação entre calor e temperatura, iniciada no tema anterior, fica bastante clara para os alunos quando se aprofunda o estudo destes processos.

Compreender as trocas de calor possibilita entender desde a formação do gelo em volta dos congeladores nas geladeiras até as sensações de quente e frio que sentimos quando pisamos descalços um piso de madeira e um de ladrilho. Assim, por meio de exemplos bastante próximos do cotidiano dos alunos, é possível discutir a troca de energia entre os corpos e suas propriedades térmicas, cujas características revelam detalhes de sua estrutura atômica.

Nos processos de troca de calor vistos até agora, os sistemas mais quentes (maior temperatura) cedem energia (calor) aos mais frios (menor temperatura), de forma que o grau de

aquecimento de um objeto caracteriza quantitativamente sua temperatura. O entendimento destas trocas permite então levar os alunos a compreenderem o calor como uma forma de transferência de energia entre sistemas com diferenças de temperatura e, com isso, tem-se a chance de discutir como esta transferência se dá, possibilitando trabalhar os processos de condução e convecção. Começaremos também a discutir o processo de irradiação. Neste caso, o calor está associado à energia carregada por uma onda eletromagnética, irradiada sempre por todos os corpos na forma de radiação infravermelha. Essa discussão possibilitará o entendimento do equilíbrio térmico dinâmico, que será aprofundado no próximo tema.

Ao falar de energia, cria-se condições para discutir uma ampla variedade de conteúdos. Pode-se tratar da transformação de energia mecânica em energia térmica, como quando aquecemos as mãos ao esfregá-las, ou quando percebemos que um martelo se aquece após algumas marteladas. Entretanto, nossa proposta para este tema é tratar especificamente da energia liberada pelos alimentos no organismo, aproximando o tratamento para o cálculo do calor envolvido em processos termodinâmicos. Ainda assim, nesta parte do curso gera-se o pano de fundo para inserir o estudo do próximo tema, que relaciona aquecimento e variações climáticas.

Iniciamos a Situação de Aprendizagem 6, portanto, com um experimento simples que faz com que os alunos percebam a diferença da transferência de calor de duas bolas de materiais diferentes quando são aquecidas, possibilitando discutir o conceito de calor específico. A outra atividade que propomos permite avaliar o conteúdo energético de alguns alimentos.

Por fim, a Situação de Aprendizagem 6 traz alguns experimentos simples, clássicos no ensino de Física, mas que permitem discutir os processos de condução, convecção e irradiação.

Nosso planejamento considera a utilização de cinco aulas para o tratamento deste tema.

Quase a totalidade dos livros didáticos contemplam os conteúdos aqui apresentados. Sugerimos que leia o material de Física Térmica do GREF, mas utilize o livro-texto que mais lhe agrada para conduzir as aulas e selecionar os exercícios. Segue abaixo uma sugestão de encaminhamento das atividades.

AULA 7	AULA 8	AULA 9	AULA 10	AULA 11
Situação de Aprendizagem 6 e discussão	Encaminhamento complementar	Situação de Aprendizagem 7 e discussão	Situação de Aprendizagem 8 e discussão	Encaminhamento complementar

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 6 – QUEM LIBERA MAIS?

**Tempo previsto:** 1 aula

**Conteúdos e temas:** Calor, temperatura e fontes. Processos que envolvem troca de calor. Propriedades térmicas dos materiais. Calor específico e capacidade térmica.

**Competências e habilidades:** Identificar fenômenos, fontes e sistemas que envolvem calor para a escolha de materiais apropriados a diferentes situações ou para explicar a participação do calor nos processos naturais ou tecnológicos. Reconhecer e avaliar as propriedades térmicas dos materiais (condução de calor, calor específico e capacidade térmica) envolvidos em sistemas ou processos térmicos do cotidiano.

**Estratégias:** Atividade experimental para conduzir as discussões acerca do conceito de calor específico.

**Recursos:** Atividade experimental, utilizando materiais de baixo custo para conduzir discussões acerca do calor específico de um material.

**Avaliação:** Relatório-síntese das observações realizadas e dos conceitos trabalhados na atividade, bem como as respostas das questões contidas no Roteiro 6. Por se tratar de uma atividade experimental, também deve-se avaliar o grau de comprometimento do aluno na realização do experimento.

## Objetivo/contexto

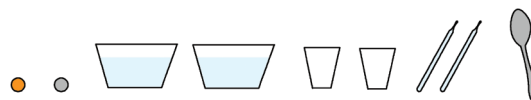
Esta Situação de Aprendizagem visa começar o estudo das propriedades térmicas dos materiais, tratando do calor específico. Esta propriedade permite classificar os diferentes materiais de acordo com a quantidade de calor necessária para variar de um grau Celsius a temperatura de um grama de massa. Sua interpretação, de acordo com o modelo cinético-molecular apresentado no tema anterior, implica na compreensão de que materiais diferentes são constituídos de moléculas diferentes, possibilitando assim trabalhar outras propriedades térmicas dos materiais, como, por exemplo, a condutibilidade.

### Roteiro 6: Quem libera mais?

No dia-a-dia, percebemos que algumas coisas se aquecem ou se resfriam mais facilmente que outras. Por exemplo, sentimos a água em uma piscina mais fria durante o dia do que à noite, quando ela parece mais quentinha. Ou, ao comermos um cozido, a batata sempre está mais quente que os outros ingredientes, ainda que todos estejam na mesma panela. Por meio desta atividade você terá condições para entender por que isso ocorre.

#### Materiais:

- ▶ • 2 termômetros
- ▶ • 1 colher



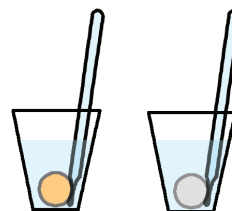
#### Mãos à obra!

Coloque a bolinha de gude em uma vasilha com água. Em outra vasilha, com a mesma quantidade de água, coloque a esfera de metal. Depois, leve as duas ao fogo e espere a água ferver e deixe fervendo por mais cinco minutos.



Enquanto a água ferve, prepare o restante do experimento: pegue os dois copos e coloque quantidades iguais de água à temperatura ambiente (um pouco mais da metade do volume do copo).

Passados 5 minutos de fervura da água, retire a bolinha de gude e a esfera de metal das vasilhas que estavam no fogo e, rapidamente, coloque-as cada uma em um dos copos.



- ▶ bolinha de gude grande
- ▶ esfera de metal  
\*\* É preciso que a esfera e a bolinha tenham massas quase iguais.
- ▶ 2 vasilhas que possam ser levadas ao fogo
- ▶ água
- ▶ 2 copos grandes de vidro (tipo requeijão)

Depois de 2 minutos, meça a temperatura da água em cada copo usando o termômetro.

Responda:

- 1 – Qual dos copos tem água mais quente?
- 2 – Quem esquentava mais rápido?
- 3 – Quem esfria mais rápido?
- 4 – Quem libera mais calor?

Após responder às questões acima, redija um relatório para apresentar o que você observou e sintetizar o que aprendeu.

### Encaminhando a ação

Na aula anterior foram apresentadas as mudanças nos materiais ao sofrerem variações de temperatura, o que possibilita construir instrumentos para medir temperaturas e também dispositivos para controlá-la. Assim, retome o que foi trabalhado para iniciar a discussão sobre as propriedades térmicas das substâncias. Agora, procure dar exemplos de elementos que se aquecem ou se resfriam mais facilmente que outras como, por exemplo, o queijo presente no recheio de um pastel. Ainda que o pastel e seu recheio tenham ficado o mesmo tempo no fogo, basta dar uma mordida para perceber que o queijo está muito mais quente que a massa do pastel.

Dentro deste contexto, recolha o Roteiro 6, distribuído na aula anterior, e peça aos alunos para que, em pequenos grupos, relatem os resultados que obtiveram.

O fato de algumas substâncias se esfriarem ou se aquecerem mais facilmente que outras possibilita tratar o conceito de calor específico. Ao responder às perguntas do Roteiro 6, o aluno pode verificar quem tem maior calor específico: o metal da esfera ou o “vidro” da bolinha de gude.

Este conceito pode começar a ser entendido de maneira qualitativa: aquele que precisou ganhar mais calor para chegar a 100 °C liberou mais calor quando foi colocado em água fria. Assim, no copo em que a água ficou mais quente estava o material de maior calor específico. O calor específico deve ser apresentado como quantidade de calor necessária para variar em um grau Celsius a temperatura de um grama de massa. A água é usada como um padrão para a realização das medidas. Surge daí a caloria (1 cal), que é a quantidade de energia necessária para variar 1 °C a temperatura de um grama de água líquida.

Ainda que inicialmente este seja um estudo qualitativo, a atividade aqui proposta possibilita iniciar um tratamento quantitativo do conceito, mais próximo da resolução dos tradicionais exercícios de  $Q = m.c.\Delta\theta$ . Entretanto, dependendo da forma como você encaminhar a atividade e as discussões, estes cálculos podem vir a ter significados para o aluno, ajudando-o na compreensão de fenômenos térmicos corriqueiros como, por exemplo, entender por que o queijo do recheio do pastel sempre é mais quente que a massa.

A discussão a seguir deve ser pautada por perguntas do tipo: Por que os materiais têm valores de calor específico tão diferentes? A resposta a esta pergunta conduz novamente à discussão acerca da constituição dos materiais. Substâncias diferentes são constituídas de moléculas com massas diferentes. Retomando o modelo cinético-molecular, temos que ao atingir uma determinada temperatura, todas as moléculas que constituem um material têm, em média, a mesma energia cinética, a mesma energia de movimento. Um grama de um material formado por moléculas de massa pequena conterá um número maior de moléculas do que um grama de outro material formado por moléculas de massa maior. As-

sim, para elevar 1 °C a temperatura de 1 g é necessário fornecer uma maior quantidade de calor para aquele material que contenha um número maior de moléculas, já que aumentar a temperatura implica em aumentar a energia cinética de cada uma delas.

Como o calor específico depende da constituição, é possível compreender que ele terá valores diferentes para cada estado da matéria. Assim, o calor específico da água varia quando ela se encontra em estado líquido, sólido ou gasoso, visto que para cada um desses estados as moléculas interagem de diferentes formas.

Como o calor específico de uma substância relaciona a energia necessária para elevar 1 °C a temperatura de 1 g dessa substância, para poder quantificar o calor consumido ao se aquecer ou resfriar um objeto, é preciso também considerar sua massa. Daí o cuidado em escolher as bolinhas com massa bem próximas nesta atividade. Tem-se assim a condição para se trabalhar o conceito de capacidade térmica.

Exemplifique o conceito de capacidade térmica a partir de fatos corriqueiros, como: o que demora mais para ferver, 1 litro de água ou 5 litros? O mesmo tipo de pergunta pode ser feita para discutir o resfriamento: onde é necessário mais gelo, para resfriar 1 garrafa de refrigerante ou para resfriar 10 garrafas? Com isso, os alunos podem perceber que quanto maior a massa de uma substância, maior é a quantidade de moléculas que a compõe e,

conseqüentemente, maior é a quantidade de calor ou resfriamento que deve ser fornecida para fazer com que todas as moléculas vibrem mais ou menos, aumentando ou diminuindo sua temperatura. O produto do calor específico de uma substância pela sua massa ( $m \cdot c$ ) é conhecido como capacidade térmica (C).

### Encaminhamento complementar

Sugerimos que a próxima aula (aula 8) seja dedicada à sistematização do conteúdo tratado até aqui. Selecione alguns exercícios contidos no livro didático que você utiliza e trabalhe quantitativamente estes conceitos. Ainda que seja uma quantidade considerável de conteúdos, há uma infinidade de exemplos cotidianos que contribuem para que eles tenham sentido para o aluno.

O modelo cinético-molecular será utilizado na Aula 9 para discutir os processos de condução, convecção e irradiação, de forma que é preciso tratá-lo com bastante cuidado. Nessa aula, os alunos farão experimentos simples para demonstrar estes processos.

### Para casa

Distribua o Roteiro 7 na aula 8 para que os alunos tragam o material respondido a fim e realizarem a tarefa. Como será necessário o uso de fogo, considere a segurança de seus estudantes. Caso julgue inviável realizá-la em grupos, faça-a você mesmo como experiência demonstrativa.



## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 7 – CONDUZINDO, “CONVECTANDO”, IRRADIANDO: É O CALOR EM TRÂNSITO!

**Tempo previsto:** 1 aula

**Conteúdos e temas:** Calor, temperatura e fontes. Processos que envolvem troca de calor. Propriedades térmicas dos materiais.

**Competências e habilidades:** Identificar fenômenos, fontes e sistemas que envolvem calor para a escolha de materiais apropriados a diferentes situações ou para explicar a participação do calor nos processos naturais ou tecnológicos. Identificar os diferentes processos de trocas de calor (condução, convecção e irradiação) e diferenciar os seus respectivos modelos explicativos (calor como processo e calor como radiação térmica).

**Estratégias:** Variadas atividades experimentais para conduzir as discussões acerca dos diferentes processos de transferência de calor.

**Recursos:** Atividade experimental, utilizando materiais de baixo custo para problematizar os processos de transferência de calor.

**Avaliação:** Respostas das questões contidas no Roteiro 7. Por tratar-se de atividades experimentais, deve-se também avaliar o grau de comprometimento do aluno nas discussões e no relato das observações dos resultados dos experimentos.

### Objetivo/contexto

Esta Situação de Aprendizagem apresenta os processos de condução, convecção e irradiação, possibilitando aprofundar as formas de troca de calor. A irradiação permite tratar o calor como energia térmica que se propaga como radiação, antecipando o cenário para o próximo tema, que trata de aquecimento e clima.

### Roteiro 7: Conduzindo, “convectando”, irradiando. É o calor em trânsito!

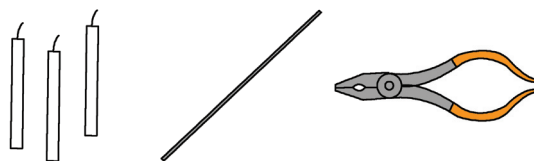
Nesta atividade, você poderá compreender alguns processos de troca de calor que ocorrem cotidianamente. Serão três experimentos

muito fáceis de serem feitos e que possibilitam entender inúmeros eventos que ocorrem no dia-a-dia.

#### Materiais:

##### Conduzindo

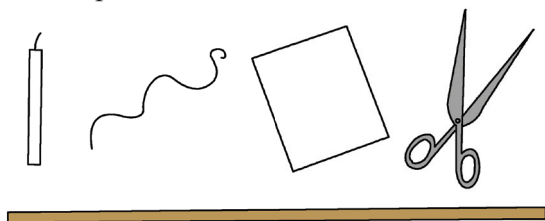
- ▶ velas
- ▶ um pedaço de arame com aproximadamente 30 cm
- ▶ alicate





**“Convectando”**

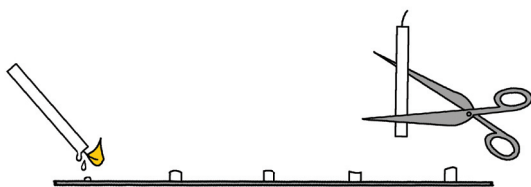
- ▶ vela
- ▶ linha
- ▶ folha de papel
- ▶ tesoura
- ▶ suporte com cerca de 1,20 m

**Irradiando**

- ▶ vela

**Mãos à obra!****Conduzindo**

Corte uma vela em pequenos pedaços. Acenda outra vela e use a parafina derretida como uma “cola”, para fixar estes pedacinhos no arame. Fixe-os em intervalos regulares ao longo de todo o arame.



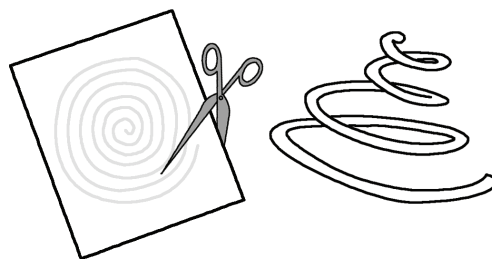
Segure uma das extremidades do arame com um alicate e coloque a chama da vela na outra extremidade. Observe o que acontece.

Responda:

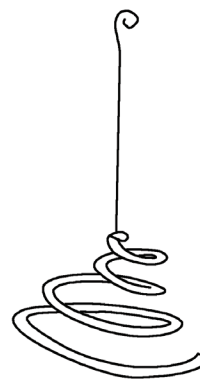
- 1 – Como você explica o que aconteceu?
- 2 – Relate acontecimentos ou fenômenos que você observa em seu dia-a-dia que parecem estar relacionados com esta experiência.

**Mãos à obra!****“Convectando”**

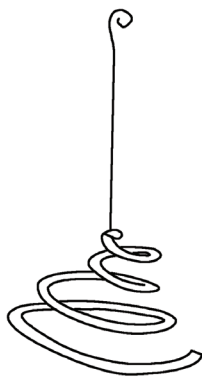
Desenhe na folha uma espiral que utilize a maior parte do papel. Corte-a de modo a formar uma espécie de “cobra”.



Amarre uma linha no início da espiral e pendure-a cerca de 50 cm do chão, de forma que ela possa girar livremente.



Coloque uma vela acesa sob o seu “móbi-  
le”, mantendo uma distância segura para não  
queimá-lo. Observe o que acontece.



Responda:

- 1 – Relate o que ocorreu com o móbil. Explique o ocorrido.
- 2 – Relate acontecimentos ou fenômenos que você observa em seu dia-a-dia que parecem estar relacionados com esta experiência.

## Mãos à obra!

### Irradiando

Esta experiência é bastante simples! Acenda uma vela e aproxime suas mãos, sem tocar na chama. Observe o que acontece.

Responda:

- 1 – Relate o que ocorreu.
- 2 – Relate acontecimentos ou fenômenos que você observa em seu dia-a-dia que parecem estar relacionados com esta experiência.

## Encaminhando a ação

Por se tratarem de experimentos clássicos no ensino de Física, é bastante provável que você já tenha tido contato com eles. Talvez a

maior dificuldade esteja em organizar a sala de maneira que não tome o tempo de uma aula inteira. Caso ache prudente, realize-a você mesmo como uma atividade demonstrativa.

Na condução do experimento sobre a condução, saliente que a haste metálica se esquentou ainda que somente sua ponta tenha contato direto com a chama, indicando que o calor se propagou através do material que a constitui. Explique que as moléculas da parte em contato com a chama ganham uma energia cinética extra. Ao vibrarem mais, a energia potencial de interação com as moléculas vizinhas é alterada e essas interações se propagam por toda a haste, aumentando a temperatura das partes que não estavam em contato direto com a fonte de calor. Aproveite para resgatar fatos cotidianos e procure fazer com que os alunos participem, dando exemplos de onde ocorre a condução. Discuta a sensação ilusória que temos ao colocar, por exemplo, um pé no piso de ladrilho e outro no carpete. Peça para os alunos explicarem por que o ladrilho parece mais frio que o carpete. Inúmeras situações podem ser discutidas, como o uso do isopor para armazenar bebidas ou o plástico ou madeira para os cabos das panelas.

A convecção explica o funcionamento do “móbil”. Discuta como no aquecimento da água em uma panela ocorre o mesmo processo (além da condução e irradiação). O aluno deve compreender que as camadas de água situadas no fundo da panela aquecem mais rapidamente do que as camadas superiores, devido sua proximidade com a chama do fogão. Assim, as camadas mais quentes dilatam, tornando-se menos densas que as outras, gerando uma corrente de convecção, de forma que as camadas mais densas (mais frias) descem e as menos densas (mais quentes) sobem. Use exemplos cotidianos para fazer com que os alunos reflitam sobre esse processo, como as correntes de ascensão utilizada pelos pássaros em seu vôo ou o porquê de um ar-con-

dicionado ficar sempre na parte superior de uma sala.

Já a irradiação, fenômeno corriqueiro que facilmente é percebido quando se aproxima de uma fonte de calor, seja uma vela ou uma lâmpada incandescente, é explicada por meio das ondas eletromagnéticas. Assim, neste momento do curso, não é possível tratá-la de modo aprofundado. A saída é apresentar a figura de um espectro eletromagnético e adiantar um pouco o que será visto em óptica e eletromagnetismo. Mas o objetivo principal é fazer com que os alunos percebam que o calor é uma forma de energia que se propaga e, neste caso, não precisa de nenhum meio material, cujo melhor exemplo é o aquecimento da Terra pelo Sol.

Estes conteúdos são importantes para que os processos de troca de calor sejam bem com-

preendidos. Por tratar-se de conteúdos tradicionalmente trabalhados no Ensino Médio, certamente estarão contemplados na maioria dos livros didáticos. Escolha aquele que mais lhe agrada e prepare sua aula.

### Encaminhamento complementar

Na próxima aula (aula 10) faremos um experimento onde se pode avaliar, de uma maneira simples, a quantidade de energia liberada na combustão de alguns alimentos.

### Para casa

Para enriquecer as discussões da próxima aula, na Aula 9 peça aos os alunos que tragam de casa rótulos de diferentes alimentos, a fim de se discutir em sala seu conteúdo energético e sua composição nutricional.

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 8 – O MAIS ENERGÉTICO

**Tempo previsto:** 1 aula

**Conteúdos e temas:** Calor, temperatura e fontes. Processos que envolvem troca de calor. Propriedades térmicas dos materiais. Calor de combustão.

**Competências e habilidades:** Calcular a quantidade de calor envolvida em processos termodinâmicos reais.

**Estratégias:** Atividade experimental para conduzir as discussões sobre a quantidade de energia armazenada nos alimentos.

**Recursos:** Atividade experimental, utilizando materiais de baixo custo para conduzir as discussões sobre a quantidade de energia armazenada nos alimentos e calor de combustão.

**Avaliação:** Respostas das questões contidas no Roteiro 8. Por tratar-se de atividades experimentais, deve-se também avaliar o grau de comprometimento do aluno nas discussões e no relato das observações dos resultados dos experimentos.

## Objetivo/contexto

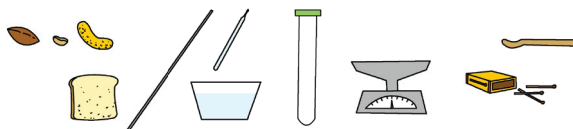
Esta Situação de Aprendizagem possibilita avaliar, de uma maneira simples, a quantidade de energia liberada na combustão de alguns alimentos. A queima destes alimentos é capaz de aquecer uma quantidade de água previamente conhecida. Com a medida do aumento da temperatura da água é possível estimar a quantidade de energia que existia no alimento. O conhecimento da energia liberada pelos alimentos auxilia no entendimento dos processos termodinâmicos reais, permitindo extrapolar para o estudo de produção de calor na combustão e os processos de transformação de energia, essenciais para o dimensionamento e funcionamento das máquinas e na própria manutenção da vida.

## Roteiro 8: O mais energético

Neste experimento, iremos avaliar, de uma maneira simples, a quantidade de energia liberada na combustão de alguns alimentos. Através da sua queima, vamos aquecer uma quantidade conhecida de água. Medindo o aumento da temperatura da água será possível avaliar a quantidade de energia que existia no alimento, assim como comparar diferentes alimentos.

### Materiais:

- ▶ 4 amostras de tipos diferentes de alimentos secos (por exemplo: castanha-do-pará, amendoim, salgadinho de milho e torrada)
- ▶ termômetro
- ▶ água à temperatura ambiente
- ▶ um pedaço de arame para segurar as amostras
- ▶ balança para certificar a massa das amostras
- ▶ caixa de fósforo
- ▶ tubo de ensaio
- ▶ garra de madeira para segurar o tubo de ensaio (suporte)



### Mãos à obra!

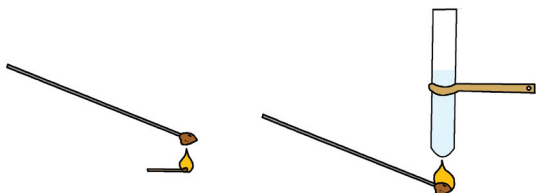
Separe em pedaços aproximadamente iguais os quatro tipos de alimento, medindo e anotando o valor de suas massas. Tente fazer com que os pedaços de alimentos tenham massas aproximadamente iguais (para isso utilize, se possível, uma balança).

Coloque 50 mL de água no tubo de ensaio, prenda-o à garra de madeira. Depois, meça e anote a temperatura inicial da água.

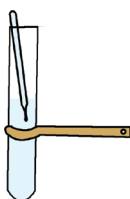


Use o arame para prender o pedaço de alimento a ser testado. Ateie fogo ao alimento, ativando sua combustão.

Uma vez iniciada a combustão, deixe a chama que se formou no alimento sob o tubo de ensaio. Espere a chama se apagar.



Registre o tamanho aproximado da chama e o tempo em que ela ficou acesa. Assim que a chama se extinguir, pegue o termômetro para medir a temperatura final da água e anote.



Repita esses procedimentos para os outros tipos de alimento, trocando a água a cada repetição. **TENHA CUIDADO AO MANUSEAR O TUBO DE ENSAIO, POIS ELE ESTARÁ MUITO QUENTE!**

Execute as tarefas e responda às questões:

- 1 - Construa uma tabela que permita comparar os resultados obtidos na experiência. Nesta tabela devem aparecer informações sobre o tipo de alimento, tempo de combustão, temperatura inicial e final da água.
- 2 - Qual alimento provocou a maior variação na temperatura da água?
- 3 - Escreva um pequeno parágrafo comparando a quantidade de energia armazenada nos diferentes tipos de alimentos testados.
- 4 - Qual destes alimentos engorda?
- 5 - Procure saber qual destes alimentos é o mais nutritivo e qual é o menos nutritivo. Veja se é possível estabelecer alguma relação entre a quantidade de energia armazenada em um alimento e seu conteúdo nutritivo.

## Encaminhando a ação

Esta atividade avalia o conteúdo energético de alguns alimentos. Leia atentamente o Roteiro 8 e prepare-a anteriormente para ganhar tempo.

Como há a necessidade de aquecer o material analisado, sugerimos que você faça esta atividade em caráter demonstrativo, mas com o auxílio dos alunos. Peça a um deles que faça a leitura do termômetro, enquanto outro vai fazendo as anotações na lousa etc. Leve-os a se engajarem na atividade, ajudando em sua realização. Esta preocupação é necessária já que é preciso utilizar fogo. Entretanto, caso você conheça bem a turma, saiba que eles têm experiência com atividades experimentais e, principalmente, confie em seus alunos, procure conversar com a coordenadora pedagógica e decidam se é possível que eles mesmos realizem a experiência.

Esta atividade permite, com muita facilidade, discutir a quantidade de energia armazenada nos alimentos. Por meio dela é possível tratar os diferentes processos de transformação de energia.

Pergunte aos alunos como obtemos energia para fazermos as atividades cotidianas. De onde vem a energia dos alimentos? A fotossíntese, realizada pelas plantas, surge então como o primeiro e principal processo de transformação de energia no ambiente terrestre. As plantas conseguem absorver energia da luz solar e, por meio de reações químicas, transformam a energia proveniente dessa luz em energia química, combustível indispensável para a vida da planta, do homem e outros animais. Aquelas que possuem clorofila são capazes de absorver energia do Sol, juntamente com o gás carbônico do ar para realizarem estas reações, produzindo açúcares, gorduras e proteínas, além de liberarem oxigênio para o ambiente.

O aluno deve então perceber que, diferentemente das plantas, não somos capazes de produzir a energia interna necessária para nossa sobrevivência e realização de atividades diárias. Daí a necessidade de ingerirmos o alimento e a energia neles armazenada. É parte deste “combustível” que fornece energia para nos mantermos vivos.

A atividade que realizamos faz com que os alunos percebam a quantidade de energia contida em um alimento, por meio da energia liberada pela sua queima. Dois alimentos diferentes, mas com a mesma quantidade de massa, irão aquecer a água diferentemente. Assim, quando se queima certa quantidade de pão e a mesma quantidade de castanha, ao medir a temperatura da água no final da queima, pode-se facilmente perceber que ela ficará mais quente sob a chama da queima da castanha, ou seja, há uma maior liberação de energia quando a utilizamos como combustível. E a castanha libera mais energia que o pão justamente por ter uma menor quantidade de água em sua constituição, além de possuir substâncias mais calóricas. Tem-se aqui um momento para discutir com os alunos um pouco sobre as reações metabólicas nos organismos, as diferenças na absorção de energia por diferentes pessoas, o gasto de energia com a realização de atividades físicas etc., relacionando esses fatores com a capacidade de se ganhar ou perder “peso”.

Peça aos alunos que mostrem os rótulos de alimentos que trouxeram de casa. Discuta a importância de se conhecer a quantidade de energia liberada pelos alimentos no organismo. Ressalte que uma alimentação com excesso ou deficiência de calorias pode levar a uma miríade de problemas de saúde, como a obesidade, doenças cardiovasculares ou desnutrição. Assim, compare os rótulos, discutindo além da energia, quais são os outros componentes. Um

pacote de salgadinho de milho tem quanto de energia? Compare-o com uma porção de arroz. E os nutrientes de cada um deles?

Com o auxílio dos rótulos, peça aos alunos que tentem calcular a quantidade de energia que ingeriram até o momento da aula.

### Encaminhamento complementar

Sugerimos que a próxima aula (aula 11) seja dedicada à sistematização do conteúdo tratado até aqui. Selecione alguns exercícios contidos no livro didático que você utiliza e trabalhe quantitativamente esses conceitos. É bastante comum os livros apresentarem tabelas com combustíveis e seus respectivos valores de calor de combustão. No material do GREF há textos que podem servir de apoio para o planejamento de sua aula.

Com a sistematização da Situação de Aprendizagem 8 terminamos mais um tema de Física Térmica. Neste momento, os alunos devem estar mais familiarizados com os conceitos de calor e temperatura, devem compreender minimamente o modelo cinético-molecular e os processos de troca de calor e suas associações com os objetos, procedimentos e fenômenos térmicos.

O próximo tema possibilita aprofundarmos o conceito de calor como energia e a relação do homem com o meio ambiente.

### Para casa

Para a Aula 12, entregue aos alunos o Roteiro 9 e peça a eles que o respondam em casa. Caso ache conveniente, e disponha de um local adequado para realizá-la, você pode optar por conduzir essa atividade em aula.

## GRADE DE AVALIAÇÃO DOS PRODUTOS DO TEMA

Atividade	Competências e Habilidades	Indicadores de Aprendizagem
Situação de Aprendizagem 6	<p>Identificar as propriedades térmicas envolvidas nos processos de troca de calor. Identificar e compreender os diversos níveis de explicação física, microscópicos ou macroscópicos, utilizando-os apropriadamente na compreensão de fenômenos térmicos.</p> <p>Descrever relatos de fenômenos ou acontecimentos que envolvam conhecimentos físicos.</p>	<p>Compreender os conceitos de calor específico e capacidade térmica.</p> <p>Utilizar os conceitos de calor específico e capacidade térmica para explicar fenômenos térmicos cotidianos.</p> <p>Efetuar cálculos matemáticos para estimar a quantidade de calor trocada em diversos fenômenos térmicos.</p>
Situação de Aprendizagem 7	<p>Reconhecer modelos físicos microscópicos para adquirir uma compreensão mais profunda dos fenômenos térmicos e utilizá-los na análise de situações-problema.</p> <p>Reconhecer as diferentes formas de transmissão de calor e as propriedades térmicas a elas relacionadas.</p> <p>Descrever relatos de fenômenos ou acontecimentos que envolvam conhecimentos físicos.</p>	<p>Identificar a importância da condução, convecção e irradiação em sistemas naturais e tecnológicos.</p> <p>Utilizar o modelo cinético das moléculas para explicar as propriedades térmicas das substâncias e as diferentes formas de transmissão de calor.</p> <p>Reconhecer o calor como energia térmica que se propaga como radiação.</p>
Situação de Aprendizagem 8	<p>Identificar transformações de energia e a conservação que dá sentido a essas transformações, quantificando-as quando necessário.</p> <p>Elaborar relatórios analíticos, apresentando e discutindo dados e resultados dos experimentos, fazendo uso, sempre que necessário, da linguagem física apropriada.</p>	<p>Avaliar a quantidade de energia liberada na combustão.</p> <p>Comparar a energia liberada na combustão de diferentes substâncias.</p> <p>Analisar a relação entre energia liberada e fonte nutricional dos alimentos</p> <p>Organizar informações em tabelas e histogramas.</p>



## PROPOSTAS DE QUESTÕES PARA APLICAÇÃO EM AVALIAÇÃO RELATIVAS AO TEMA

- 1) Ao se lesionar, um atleta faz uso de uma bolsa de água quente para auxiliar sua recuperação. Sendo assim, ele envolve seu tornozelo com uma bolsa de água quente que contém 600 g de água a uma temperatura inicial de 90 °C. Depois de 4h ele observa que a temperatura da água é de 42 °C. Sabendo que o calor específico da água é 1,0 cal/g °C, determine qual é a perda média de energia da água a cada segundo.
- 2) (Unesp-2007) Antibióticos podem ser produzidos induzindo o crescimento de uma cultura de microorganismos em meios contendo nutrientes e oxigênio. Ao crescerem, esses microorganismos respiram e, com a oxigenação, retiram energia dos alimentos, que em parte será utilizada para a sua sobrevivência, e a restante liberada na forma de energia térmica. Quando os antibióticos são produzidos em escala industrial, a cultura de microorganismos se faz em grandes tanques, suficientemente oxigenados, conhecidos como biorreatores. Devido ao grande volume de nutrientes e microorganismos, a quantidade de energia térmica liberada por unidade de tempo neste processo aeróbico é grande e exige um sistema de controle da temperatura para mantê-la entre 30 °C e 36 °C. Na ausência desse controlador, a temperatura do meio aumenta com o tempo. Para estimar a taxa de aquecimento nesse caso, considere que a cada litro de O<sub>2</sub> consumido no processo aeróbico sejam liberados aproximadamente 48 kJ de energia térmica. Em um tanque com 500 000 litros de cultura, que pode ser considerado como meio aquoso, são consumidos 8 750 litros de O<sub>2</sub> a cada minuto. Se o calor específico da água é 4,2 J/g °C, calcule a variação da temperatura do meio a cada minuto do processo.
- 3) Leia as informações abaixo:
- I – Para resfriar garrafas com refrigerante em um isopor, devemos colocar o gelo sobre as garrafas.
- II – Para nos protegermos do frio, devemos usar roupas de tecidos isolantes.
- III – As garrafas térmicas são internamente espelhadas para evitar a perda de calor por radiação.
- Está correto o que se afirma em
- (A) I, II e III.  
(B) apenas I e II.  
(C) apenas I e III.  
(D) apenas II e III.  
(E) apenas III.
- 4) (Enem-2006) Uma garrafa de vidro e uma lata de alumínio, cada uma contendo 330 mL de refrigerante, são mantidas em um refrigerador pelo mesmo longo período de tempo. Ao retirá-las do refrigerador com as mãos desprotegidas, tem-se a sensação de que a lata está mais fria que a garrafa. É correto afirmar que:
- (A) a lata está realmente mais fria, pois a capacidade calorífica da garrafa é maior que a da lata.  
(B) a lata está de fato menos fria que a garrafa, pois o vidro possui condutividade menor que o alumínio.



(C) a garrafa e a lata estão à mesma temperatura, possuem a mesma condutividade térmica, e a sensação deve-se à diferença nos calores específicos.

(D) a garrafa e a lata estão à mesma temperatura, e a sensação é devida ao fato de a condutividade térmica do alumínio ser maior que a do vidro.

(E) a garrafa e a lata estão à mesma temperatura, e a sensação é devida ao fato de a condutividade térmica do vidro ser maior que a do alumínio.

5) Consultando a tabela abaixo responda:

Combustível	Calor de combustão (kcal/kg)
álcool etílico (etanol)*	6 400
álcool metílico (metanol)**	4 700
carvão vegetal	7 800
coque	7 200
gás hidrogênio	28 670
gás manufacturado	5 600 a 8 300
gás natural	11 900
gasolina	11 100
lenha	2 800 a 4 400
óleo diesel	10 900
petróleo	11 900
querosene	10 900
TNT	3 600

\* É obtido da cana de açúcar, mandioca, madeira.

\*\*É obtido de madeira, carvão, gás natural, petróleo.

Retirado de: Grupo de Reelaboração do Ensino de Física – GREF. *Leituras de Física: Física Térmica.*

A) Indique o combustível que libera maior quantidade de calor por unidade de massa.

B) Compare as quantidades de calor liberadas pela mesma massa de TNT e gasolina.

C) Qual é a relação entre as massas de gasolina e de álcool para a liberação da mesma quantidade de calor?

D) Pesquise o preço de um quilograma de álcool e de um quilograma de gasolina. Estabeleça a razão entre custo e energia liberada para cada um deles. Essas razões são iguais?

### Grades de correção das questões:

#### Resolução e comentários:

1)  $Q = mc \Delta\theta$  Assim, substituindo os valores disponíveis na questão temos:

$$Q = (600)(1)(42 - 90) \text{ Logo, } Q = -28,8 \text{ kcal.}$$

Como essa perda foi em 4 horas, por segundo temos:  $(28,8 \text{ kcal}/4) = 7,2 \text{ kcal/h}$  Logo,  $7,2 \text{ kcal}/3 \text{ 600s} = 2,0 \text{ kcal/s}$

2)  $Q = mc \Delta\theta$  Assim, substituindo os valores disponíveis na questão temos:

$$(8 \text{ 750})(48 \text{ 000}) = (500 \text{ 000 } 000)(4,2) \Delta\theta$$

Logo,  $\Delta\theta = 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$

3) Resposta correta: *Alternativa (A) I, II e III.*

4) Resposta correta: *Alternativa (D) a garrafa e a lata estão à mesma temperatura, e a sensação é devida ao fato de a condutividade térmica do alumínio ser maior que a do vidro.*

**5A)** Gás hidrogênio.

**5B)** A gasolina libera 11 100 kcal/kg, já o TNT libera apenas 3 600 kcal/kg, uma diferença de 7 500 kcal/kg.

**5C)** 1 kg de gasolina libera 11.100 Kcal. 1 Kg de álcool libera 4700 Kcal. Assim, são necessários 2,36 kg de álcool para obter a mesma quantidade de energia de 1 kg de gasolina.

$$\frac{1 \text{ kg álcool}}{x} = \frac{4700 \text{ kcal}}{11100}$$

$$x = \frac{11000 \text{ Kcal}}{4700} = 2,36$$

**5D)** Dependerá da pesquisa dos alunos.

## TEMA 3 – AQUECIMENTO E CLIMA

### Resumo geral do tema

Neste tema, o estudo da Física Térmica permitirá aos alunos reconhecer os ciclos de calor no sistema terrestre. Furacões, ventos fortes, brisas etc., são fenômenos atmosféricos relacionados ao aquecimento da Terra e que podem ser compreendidos a partir dos conceitos científicos aqui apresentados. Da mesma forma, discussões sobre o efeito estufa e aquecimento global podem ser travadas a partir desses conceitos, possibilitando avaliar suas conseqüências ambientais e sociais, transformando a Física em um instrumento para a leitura e compreensão do mundo.

### Apresentação da proposta

Aquecimento global, efeito estufa, buraco na camada de ozônio etc., são termos que aparecem freqüentemente na mídia impressa ou digital. A compreensão destes temas deve fazer parte da formação de um cidadão crítico, autônomo e participante de uma sociedade que cresce e se transforma vertiginosamente. Assim, é imprescindível levar para a sala de aula debates acerca do aquecimento global e clima, a fim de produzir um contexto adequado para o tratamento dos conceitos científicos que permitem aos alunos se posicionarem e tomarem decisões que influenciam o futuro do nosso planeta.

Dados recentes fornecidos pela WWF (Fundo Mundial para a Natureza) revelam que o Brasil é recordista mundial em desmatamento. Em uma pesquisa recente, pela Universidade de São Paulo (USP), foi constatada a emissão de 855 milhões de toneladas de gás carbônico em 2006, devido à devastação da floresta amazônica. Por causa das queimadas das florestas, o Brasil ocupa a quinta colo-

cação entre os países que mais poluem o mundo. Sendo assim, é necessário instruir a nova geração sobre a importância da preservação do meio ambiente e, conscientizar os alunos sobre as mudanças ambientais globais.

Propomos três Situações de Aprendizagem simples que podem servir como ponto de partida para o tratamento destes tópicos. Na Situação de Aprendizagem 9, é possível discutir com os alunos a formação das brisas, ventos e furacões, fazendo com que eles compreendam que o aquecimento diferenciado do solo, da água e da vegetação, bem como a presença de maior ou menor quantidade desses elementos em uma localidade determinam o clima de uma região. Na Situação de Aprendizagem 10, por meio do uso de misturas frigoríficas, pode-se trabalhar o resfriamento dos corpos, a formação da chuva, geada e neve, relacionando-a com os ambientes terrestres mais frios, levando os alunos a perceber quais são as conseqüências das alterações de temperatura para o meio ambiente. E, por fim, na Situação de Aprendizagem 11 propomos a realização de um debate, no qual os alunos irão simular a participação dos diferentes grupos inseridos nas discussões acerca da preservação ambiental. Para isso serão criados grupos representando multinacionais, organizações não-governamentais, jornalistas e opinião pública. Tem-se aqui o contexto ideal para trabalhar, por exemplo, como os gases interagem com a luz na atmosfera, o que é o efeito estufa, a camada de ozônio, como o homem pode interferir no meio ambiente ao promover a maior emissão de partículas de gás carbônico que alterem significativamente a atmosfera etc., podendo assim avaliar cientificamente a relação homem/meio ambiente.

Nosso planejamento considera a utilização de cinco aulas para o tratamento deste tema. Segue abaixo uma sugestão de encaminhamento das atividades.

AULA 12	AULA 13	AULA 14	AULA 15	AULA 16
Situação de Aprendizagem 9 e discussão	Situação de Aprendizagem 10 e discussão	Encaminhamento complementar	Situação de Aprendizagem 11	Encaminhamento complementar

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 9 – AS BRISAS

**Tempo previsto:** 1 aula

**Conteúdos e temas:** Calor, temperatura e fontes. Processos que envolvem troca de calor. Propriedades térmicas dos materiais. Reconhecer os ciclos de calor no sistema terrestre. Formação de brisas e ventos.

**Competências e habilidades:** Reconhecer os ciclos de calor no sistema terrestre (clima, fenômenos atmosféricos e efeito estufa). Descrever relatos de fenômenos ou acontecimentos que envolvam conhecimentos físicos. Construir gráficos e tabelas.

**Estratégias:** Atividade experimental para conduzir as discussões sobre a formação de brisas e ventos.

**Recursos:** Atividade experimental, utilizando materiais de baixo custo para conduzir as discussões sobre a formação de brisas e ventos.

**Avaliação:** Relatório-síntese das observações realizadas e dos conceitos trabalhados na atividade, bem como as respostas das questões contidas no Roteiro 9. Construção dos gráficos solicitados na atividade. Por tratar-se de uma atividade experimental, também deve-se avaliar o grau de comprometimento do aluno na realização do experimento.

### Objetivo/contexto

Esta Situação de Aprendizagem possibilita discutir como o aquecimento da terra influencia nos fenômenos climáticos e atmosféricos. Aprofundando o conceito de calor específico, trabalhado no tema anterior, será possível levar os alunos a compreenderem como se dá a ocorrência das brisas marítimas, de ventos mais fortes e até mesmo a formação de furacões.

### Roteiro 9: As brisas

Quem já teve a oportunidade de curtir uma praia certamente pôde sentir um fenômeno atmosférico comum no litoral, a brisa marítima.

Este fenômeno ocorre diariamente, e pode ser sentido quando estamos à beira-mar.

Durante o dia, sentimos a brisa soprando do mar para a terra. Já à noite, esta brisa sopra em sentido contrário, da terra para o mar. Por que será que isso ocorre?

A atividade seguinte permite compreendermos um pouco como se dá a brisa, e possibilita-nos refletir sobre outros fenômenos atmosféricos, como ventos mais fortes e até furacões.

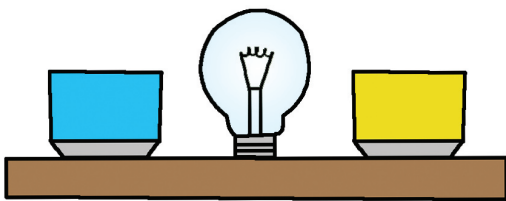
### Materiais:

- ▶ 2 latinhas de refrigerante, ambas com uma de suas extremidades cortada
- ▶ 100 mL de água
- ▶ 100 g de areia
- ▶ 2 termômetros
- ▶ 1 lâmpada de 100 W em um suporte (placa de madeira ou cerâmica)
- ▶ papel milimetrado
- ▶ régua

### Mãos à obra!

Adicione a água em uma latinha e a areia em outra. Depois, coloque um termômetro no centro de cada latinha, para medir a temperatura da água e da areia. Anote os valores iniciais.

Coloque as latinhas bem próximas da lâmpada, que deve estar sobre um suporte para não queimar onde ficará apoiada. Certifique-se que elas receberão a mesma quantidade de luz colocando-as, por exemplo, em lados opostos da lâmpada.



Acenda a lâmpada. Meça e anote a temperatura de cada substância, a cada 5 minutos, durante 30 minutos. Atenção: no momento da leitura misture a substância para se obter a temperatura da substância e não de uma parte dela. Depois, retire as latinhas de perto da lâmpada, a cada 10 minutos meça e anote a queda de temperatura da água e da areia.

1. Com os valores coletados, construa um gráfico (temperatura x tempo) que mostra a curva de aquecimento e outro gráfico para a curva de resfriamento. Depois de prontos, compare os dois gráficos. Compare também os seus resultados com os de seus colegas.
2. Qual material variou mais sua temperatura?
3. Com base no que já foi estudado até agora, como você explica este fato fisicamente?

Após a realização da atividade, elabore um relatório que apresente suas observações e sintetize o que aprendeu.

### Encaminhando a ação

Esta atividade possibilita iniciar a discussão acerca de aquecimento terrestre e clima. Dependendo das condições de sua escola, da turma e sua disponibilidade, ela pode ser realizada na própria aula, bastando tomar cuidado para que os alunos não se queimem com a lâmpada, nem se machuquem com as bordas da lata de refrigerante cortada. Caso isso não seja possível, peça para que eles a realizem em casa e tragam suas anotações para serem discutidas em sala.

Ajude-os na construção dos gráficos, orientando-os no uso do papel milimetrado. Utilize também um editor eletrônico de tabelas e plote a curva comparando-a com a feita manualmente.

A atividade do Roteiro 9 possibilita discutir como o aquecimento da terra influi na formação de ventos, sejam brisas ou furacões. Ainda que simples, ela permite aprofundar o estudo do calor específico, apresentado no módulo anterior, e dá margem para o levantamento de inúmeras questões sobre aquecimento, clima, bem como sobre o homem e suas intervenções no meio ambiente.

Faça com que os alunos percebam que durante o dia a areia atinge uma temperatura bem maior do que a água. Isso pode ser deduzido a partir da observação do aquecimento da mesma massa de água e de areia, como é feito na experiência. Assim, eles começam a construir a compreensão sobre a brisa marítima e a formação dos ventos.

Os alunos podem verificar que massas idênticas de água e areia, ao receberem a mesma quantidade de calor, sofrem elevações de temperatura bastante diferentes. Facilmente pode-se observar que o aumento da temperatura da areia é bem maior que a da água. Da mesma forma, nota-se também que a areia perde calor bem mais rápido do que a água quando retiradas de perto da lâmpada.

A explicação remete-se ao conceito de calor específico, apresentado anteriormente. Procure fazer com que eles tentem explicar suas observações usando este conceito. Caso ele tenha sido compreendido, certamente os alunos o utilizarão para construir suas explicações. Assim, eles devem dizer que o calor específico da areia é bem menor do que o da água, visto que ao receberem a mesma quantidade de calor a areia sofre uma maior variação de temperatura do que a água.

Além do calor específico, outros fatores contribuem para essa diferença. Tem-se aqui outra oportunidade para se trabalhar os processos de irradiação e convecção.

Quanto à irradiação, explique aos alunos que quase toda radiação solar que incide sobre a terra é absorvida e transformada em calor. Como a areia não é uma boa condutora, esse aquecimento se restringe a uma camada fina. Já a água, por ser quase transparente, chega a aquecer em profundidades maiores ao receber a radiação solar. Por isso, a massa de areia que troca calor é muito menor que a de água, o que acaba influenciando em uma maior variação de temperatura da areia. Além disso, uma parte da radiação absorvida pela água é utilizada para vaporizá-la, o que não contribui para aumentar sua temperatura.

Quanto ao processo de convecção, visto que a areia se aquece mais ao receber a radiação solar, a camada de ar mais próxima da superfície de areia também se aquece, tornando-se, então, menos densa, formando assim uma região de baixa pressão. Já o ar próximo à superfície da água está mais frio, pois a água sofreu uma menor elevação de temperatura. Desta forma, ele está mais denso, formando uma região de alta pressão. Então, graças ao processo de convecção (como vimos no tema anterior quando trabalhamos a atividade do Roteiro 7), esse ar mais frio flui da região de alta pressão para a de baixa pressão, constituindo a brisa que sopra do mar para a terra durante o dia.

Peça aos alunos que expliquem o fato de à noite a brisa soprar em sentido oposto, ou seja, da terra para o mar. Eles deverão usar os mesmos fatores que fazem a brisa soprar do mar para a terra durante o dia, percebendo que da mesma forma que a areia se aquece mais que a água, ela também se esfria mais. Isso faz com que a água sofra uma menor redução de temperatura, mantendo-se mais quente e fazendo com que o ar mais próximo da superfície do mar suba e a brisa sopra, agora, da terra para o mar.

Com essa atividade é possível revelar a importância dos processos de troca de calor nos fenômenos atmosféricos. Com isso, os diferentes tipos de solo, a quantidade de água, vales e montanhas desempenham um papel fundamental na determinação do clima de uma região. Discussões sobre a formação de ventos mais ou menos intensos que as brisas ou mesmo furacões podem ser trabalhados a partir desta aula.

Além das brisas marítimas existem outros tipos de ventos diários que se movimentam sempre devido às variações de temperatura, que criam regiões com diferenças de pressão, movimentando as massas de ar das regiões de alta pressão para as regiões de baixa pressão. Por exemplo, há ventos que sopram diferentemente em cada época do ano, associados às quatro estações. E isso se dá devido à inclinação do eixo da Terra, que faz com que cada hemisfério receba uma maior quantidade de calor que o outro, dependendo da época do ano, provocando assim a formação dos ventos sazonais.

Tem-se neste momento o contexto ideal para discutir o papel da interferência do homem no meio ambiente. Leve os alunos a refletir sobre como o ser humano é capaz de interferir na formação dos ventos. Pergunte a eles se acham que isso é possível. Leve-os a perceber que ao represar os rios nas construções de usinas hidroelétricas, ao desmatar florestas provocando erosões, ao poluir o solo e a água o homem influencia significativamente no ambiente, provocando alterações em fatores determinantes do clima de uma região.

Ajude-os a elaborar o relatório-síntese. Colabore para que eles possam se expressar livremente, mas utilizando a linguagem física apropriada. Dê-lhes liberdade ao mesmo tempo em que os insere nas formalidades necessárias de um documento dessa espécie. Tal procedimento evita que a confecção do relatório se transforme em um simples ato burocrático, tornando-o mais significativo para o aluno.

### Encaminhamento complementar

Este tópico pode ser encontrado em diversos livros didáticos. Utilize aquele que julgar melhor para preparar as discussões que surgirão na aula. Sugerimos as *Leituras de Física: Física Térmica do GREF* como subsídios para seu planejamento.

Na aula seguinte serão tratadas as baixas temperaturas, de forma que você pode selecionar na internet dados como os dos lugares com as temperaturas mais baixas possíveis, quais são as temperaturas extremas que o corpo humano suporta, ou qualquer outra situação que envolva climas frios e fenômenos a eles relacionados.

### Para casa

Peça aos alunos que procurem informações sobre a história do sorvete. A idéia é levá-los a se questionarem como era possível mantê-los gelados quando ainda não havia geladeiras.

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 10 – TEMPERATURAS MUITO, MUITO BAIXAS

**Tempo previsto:** 1 aula

**Conteúdos e temas:** Calor, temperatura e fontes. Processos que envolvem troca de calor. Propriedades térmicas dos materiais. Formação de chuva, orvalho, geada e neve. Ciclo da água.

**Competências e habilidades:** Reconhecer modelos físicos microscópicos para adquirir uma compreensão mais profunda dos fenômenos térmicos e utilizá-los na análise de situações-problema. Reconhecer os ciclos de calor no sistema terrestre. Elaborar relatórios analíticos, apresentando e discutindo dados e resultados dos experimentos, fazendo uso, sempre que necessário, da linguagem física apropriada.

**Estratégias:** Atividade experimental para conduzir as discussões sobre a compreensão de fenômenos atmosféricos como a formação de chuva, orvalho, geada e neve.

**Recursos:** Atividade experimental, utilizando materiais de baixo custo para produzir misturas frigoríficas.

**Avaliação:** Relatório-síntese das observações realizadas e dos conceitos trabalhados na atividade, bem como as respostas das questões contidas no Roteiro 10. Por tratar-se de uma atividade experimental, também deve-se avaliar o grau de comprometimento do aluno na realização do experimento.

### Objetivo/contexto

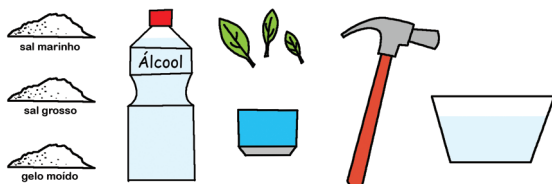
Esta Situação de Aprendizagem utiliza misturas frigoríficas, permitindo atingir temperaturas muito baixas. Por meio do congelamento de alguns objetos, como folhas e pequenas flores, pode-se utilizá-la para discutir o surgimento do orvalho, a formação de geada, de neve, aprofundando as trocas de calor, acentuando nesse momento os processos de perda de calor, evidenciado na diminuição da temperatura. Pode-se relacionar essa diminuição da temperatura ao clima frio de determinadas regiões e discutir as conseqüências das alterações de temperatura para o meio ambiente.

### Roteiro 10: Temperaturas muito, muito baixas

#### Materiais:

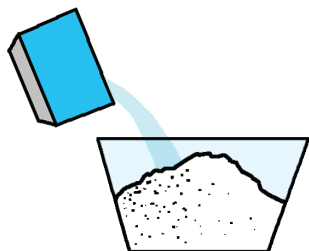
- ▶ sal marinho ou sal grosso
- ▶ gelo moído
- ▶ álcool
- ▶ folhas pequenas de plantas
- ▶ lata de refrigerante cortada ao meio
- ▶ vasilha com água
- ▶ martelo





### Mãos à obra!

Enrole os cubos de gelo em um pano e bata com um martelo, moendo o gelo. Em uma vasilha, misture uma porção de sal e duas porções de gelo moído. Coloque um pouquinho de água em um “copo” de lata de refrigerante (atenção ao cortá-la! Qualquer problema peça ajuda ao professor ou aos pais. Manuseie-a cuidadosamente após cortada, pois a superfície do alumínio se encontrará “afiada”) e coloque-o na mistura sal-gelo. Veja o que acontece.



Para que sua mistura atinja uma temperatura ainda mais baixa, acrescente álcool.

Experimente mergulhar nessa mistura as folhas de plantas, pequenas flores etc.

Caso seja possível, consiga algum gelo-seco, deixe-o moído e coloque-o em uma vasilha com álcool. Mergulhe nesta mistura uma salsicha, deixando-a por cerca de 30 s. Depois, bate-a contra a mesa e observe o resultado.

Após realizar a atividade, elabore um relatório que apresente suas observações e sintetize o que você aprendeu.

### Encaminhando a ação

Comece a aula perguntando aos alunos como será que se mantinha um sorvete gelado quando ainda não existia refrigeradores. Peça a eles que, rapidamente, relatem o que conseguiram pesquisar na internet a este respeito. Como eram armazenados? Como gelavam as massas de sorvete? Após essa discussão inicial, separe a turma em pequenos grupos (máximo cinco alunos) e distribua o Roteiro 10 e o material.

Coordene a realização da atividade: leve os alunos a se relacionarem com a discussão sobre o sorvete. Era bastante comum os sorveteiros usarem a mistura inicial, de gelo e sal grosso, como a mistura frigorífica, visto que ela chega naturalmente a uma temperatura inferior a  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , fazendo o trabalho de um refrigerador moderno.

Explique aos alunos que estas misturas chegam a baixíssimas temperaturas por causa de um tipo de fusão: a diluição. Ao misturarmos na água sais ou açúcares eles são completamente dissolvidos, diluídos. Essa diluição envolve uma troca de calor bastante grande. A água, por ser o solvente, acaba cedendo calor aos sais ou açúcares, que são os solutos, para que eles se dissolvam. Sendo assim, esta troca de calor resulta em uma queda considerável de temperatura da mistura. Esta queda depende da afinidade entre o solvente e o soluto. Por isso, misturas diferentes têm eficiências diferentes. Gelo picado e sal marinho chegam a  $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$ , enquanto gelo picado e cloreto de cálcio chegam a  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Já gelo-seco e álcool chegam a  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Com as baixíssimas temperaturas produzidas pelas misturas, pode-se então trabalhar os diferentes climas, falar sobre a formação da chuva, da geada, orvalho e neve, como vere-

mos abaixo. Com isso, surge o ponto de partida para as discussões das próximas aulas a respeito de aquecimento e clima.

Ao se falar de clima, naturalmente surgem questionamentos por parte dos alunos sobre a chuva. Pode-se, dessa forma, criar condições para discussões que virão nas próximas aulas. É possível trabalhar o ciclo da água, substância que cobre 2/3 da superfície terrestre e um dos principais componentes dos organismos vivos. Por se tratar de uma substância que existe em grandes quantidades na natureza, nos estados líquido, sólido e gasoso, ela está em um movimento contínuo, como um ciclo.

Para explicar este ciclo, retome a idéia de irradiação, que foi iniciada anteriormente e será melhor sistematizada nas próximas aulas. Explique que o Sol irradia luz e calor em todas as direções. Assim, essas radiações chegam à Terra, que é iluminada e aquecida. Para explicar a irradiação, seja a do Sol, de um forno, de um ferro de passar roupa ou de qualquer outro corpo aquecido, é preciso recorrer ao modelo ondulatório, que é tratado como uma onda eletromagnética, semelhante às ondas de rádio, às do controle remoto de uma TV ou ao raio-X. Devido à natureza eletromagnética da radiação, estas ondas não precisam de um meio material para se propagarem, o que explica como a luz e o calor do Sol percorrem o vácuo e chegam até nós, 149 milhões de quilômetros depois, transportando somente energia.

De toda energia fornecida pelo Sol, somente uma parte ínfima chega à Terra. Veja como se dá a distribuição desta pequena parcela de energia solar ao chegar até nós: 30% é refletida nas altas camadas da atmosfera, viajando de volta para o espaço; 46,62% aquece e evapora a água dos oceanos e rios; 16,31% aquece o solo; 7% aquece o ar e 0,07% é utilizada na fotossíntese, para a produção de energia pelas plantas terrestres e marinhas. Devido ao

equilíbrio dinâmico, toda energia absorvida na Terra é reemitida para o espaço como radiação térmica.

Neste ponto, é interessante discutir o equilíbrio dinâmico. Qualquer corpo está emitindo radiação infravermelha, ou seja, calor. Mesmo estando à temperatura ambiente, a cadeira onde está sentado, o papel onde estas palavras estão impressas, o chão, a mesa etc. estão o tempo todo emitindo radiação. Então, surge a pergunta: Por que eles não esfriam? Isso ocorre devido ao equilíbrio dinâmico, associado à conservação da energia. A mesma quantidade de radiação emitida é absorvida, de forma que os corpos mantêm sua temperatura. Discussões desse tipo fornecem condições de aprofundar ainda mais a idéia de calor como radiação.

Parte da radiação visível que chega do Sol é absorvida pela Terra e reemitida em forma de radiação infravermelha, aquecendo o ar que envolve nosso planeta. Além disso, esta radiação térmica participa da evaporação de uma parte da água de rios, lagos e oceanos. Como vimos na Situação de Aprendizagem 9, o ar aquecido dilata-se, torna-se menos denso e sobe, levando consigo tudo o que o compõe; portanto, muito vapor-d'água. À medida que o ar quente vai subindo, ele alcança regiões mais distantes da Terra, regiões com novas condições de pressão e temperatura. Ao nos afastarmos da superfície terrestre, a pressão atmosférica diminui. Isso ocorre porque a coluna de ar acima de nós vai diminuindo, além do que o ar se torna mais rarefeito, visto que se tem menos moléculas de ar por unidade de volume. Esses fatores fazem com que a temperatura caia, condição para que o vapor d'água mude novamente de estado. Ele se resfria e se condensam formando pequeninas gotas, iniciando a formação das nuvens, que são nada mais do que gotículas de água em suspensão. Mas essas gotículas não podem cair, retornando à Terra, porque continuam chegando cor-

rentes de ar quente que as mantêm suspensas. Para cair elas precisam congelar, já que como pedras de gelo conseguem vencer mais facilmente a resistência das correntes ascendentes de ar quente. Isso acontece a temperaturas de  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , quando se dá a formação de pequenos cristais de gelo. Ainda assim é difícil vencer a resistência das correntes de convecção e retornar ao solo no estado líquido. Para que isso ocorra, as gotículas precisam ir se agregando umas às outras, até atingir um determinado tamanho, que possibilita que elas caiam em direção à Terra. Por causa do atrito com o ar durante a queda, há um aumento da temperatura desses cristais de gelo, fazendo com que eles se fundam, retornando à Terra na forma líquida.

Já a formação do orvalho pode ser explicada a partir de um fenômeno semelhante ao observado em torno de recipientes gelados, como nas latas de refrigerantes ou copos com água, quando ocorre o surgimento de gotículas de água. Isso acontece porque o vapor d'água presente no ar, ao entrar em contato com superfícies muito frias, se condensa. Assim, mesmo quando não houve chuva, é comum as plantas, solo e objetos deixados ao relento estarem molhados pela manhã. As superfícies destes corpos devem estar a uma temperatura que permite a condensação do vapor d'água saturado. Essa temperatura é chamada de “ponto de orvalho”. Ainda que seja uma noite fria, o orvalho não se forma quando há muito vento. Isso porque o vento acentua a troca de calor com o meio, impedindo que os corpos que estão expostos ao tempo atinjam o ponto de orvalho.

A geada tem uma explicação parecida. Contudo, as superfícies que condensam o vapor d'água são muito mais frias, estando abaixo de  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Assim, as gotículas de vapor se congelam imediatamente ao tocarem a superfície superesfriada, nem chegando a ocorrer o surgimento do orvalho.

A neve se forma de modo bastante parecido com o da geada. A diferença é que o vapor não precisa entrar em contato com nenhuma superfície. A troca de calor se dá apenas entre o vapor d'água existente no ar e as camadas superiores de ar muito frias. Essas camadas mais altas de ar frio retiram calor do vapor d'água próximo a elas, reduzindo sua temperatura até o ponto de congelamento, formando cristais de gelo que caem sobre a Terra em forma de flocos de neve.

Por meio dessas discussões, os alunos poderão compreender que ao serem aquecidas pela radiação emitida pelo Sol, uma grande quantidade de água dos rios, mares e da transpiração das plantas evaporam. Ao mudar de estado, transformando-se em vapor, a água se torna menos densa que o ar e sobe. À medida que alcança maiores alturas, este vapor d'água se resfria, transformando-se em gotículas de água, que se agrupam e constituem as nuvens e, posteriormente, a chuva. Ao cair, a chuva traz a água de volta ao solo, rios e mares, completando o ciclo da água. É preciso enfatizar a participação do vento nesse processo, pois se não houvesse vento, a chuva cairia sempre no mesmo lugar. O vento é, portanto, imprescindível para a dinâmica e equilíbrio desse ciclo.

Naturalmente, podem ser discutidas as mudanças de estado que ocorrem nesse ciclo. As transformações de estado sofridas pela água podem ilustrar os processos de fusão, solidificação e vaporização. Estes processos podem ser facilmente encontrados na maioria dos livros didáticos disponíveis. Utilize aquele que mais lhe agrada para tratar deste tema.

Para mudar o estado de um corpo de massa  $m$  que está a uma determinada temperatura, temos que fornecer ou retirar dele uma quantidade de calor dada por  $Q = m.L$ , onde  $L$  corresponde ao calor latente. A temperatura em que cada substância muda de estado, bem como seu calor latente são propriedades características da

substância. É preciso ressaltar com os alunos que por mais que se forneça calor a uma substância, sua temperatura se mantém constante durante a mudança de estado. Para se explicar o porquê disso é preciso fazer uso novamente do modelo cinético-molecular da matéria. Tema também abordado nos livros didáticos, utilize-o para trabalhar quantitativamente este conceito. Assim, completa-se a discussão acerca das trocas de calor, calores específico e latente.

### Para casa

Para a próxima aula (aula 14) sugerimos que faça um encaminhamento complementar, em que poderá trabalhar o tema de maneira mais adequada à sua turma. Você pode trazer recortes de jornal para discutir notícias relacionadas ao clima em diferentes regiões do mundo, pode resolver questões do Enem que tratem deste tema, enfim, há uma gama de

possibilidades a serem exploradas. Como este assunto é tratado na maioria dos livros didáticos, utilize o de sua preferência para planejar as discussões em sala de aula e para selecionar exercícios que sistematizem este conteúdo.

Na Aula 15, propomos a realização de um debate no qual os alunos irão representar as partes envolvidas nas discussões sobre a relação homem e meio ambiente. Assim, utilize o roteiro abaixo para separar antecipadamente os alunos nos respectivos grupos, dando-lhes uma semana a mais para se prepararem para a atividade. Incentive-os a participar, peça para que façam pesquisas em revistas, livros e na internet a fim de poderem municiar para o debate. Reforce a idéia de que cada grupo deverá estar bem embasado para que o debate se realize. Para isso, eles deverão utilizar conhecimentos científicos para defender seus argumentos. Auxilie-os, então, a enriquecer seus pontos de vista.

## SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 11 – MULTINACIONAIS × ONGS: UM CONFRONTO... DE IDEIAS!

**Tempo previsto:** 1 aula

**Conteúdos e temas:** Calor como radiação, efeito estufa e camada de ozônio.

**Competências e habilidades:** Avaliar cientificamente hipóteses sobre aquecimento global e suas consequências ambientais e sociais. Perceber o papel desempenhado pelo conhecimento físico no desenvolvimento da tecnologia e a complexa relação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.

**Estratégias:** Debate simulado para conduzir as discussões acerca do aquecimento global e as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

**Recursos:** Simulação de um debate entre uma multinacional e uma ONG.

**Avaliação:** Relatório-síntese, em que a defesa do posicionamento do aluno deve ser corroborada pelo conhecimento científico, a fim de enriquecer seus argumentos, distanciando-o do senso comum, da mera “opinião”. Por tratar-se de uma atividade que simula um debate, deve-se avaliar o grau de comprometimento, participação e engajamento do aluno em sua realização.

## Objetivo/contexto

Esta Situação de Aprendizagem permite aos alunos se posicionarem ante o debate sobre a influência do homem no meio ambiente. É possível que eles reconheçam as diferenças entre efeito estufa e camada de ozônio, confusão comum entre os alunos, além de dar condições para eles avaliarem cientificamente hipóteses sobre aquecimento global e suas consequências ambientais e sociais.

### Roteiro 11: Multinacionais × ONGs: um confronto... de idéias!

Para o debate divida a turma em quatro grupos:

- ▶ representantes de uma multinacional;
- ▶ representantes de uma ONG ligada à preservação do meio ambiente;
- ▶ jornalistas;
- ▶ platéia.

O próprio professor pode ser o mediador ou, se preferir, um dos alunos.

Escolha, você mesmo ou por votação na turma, um dos temas a seguir: “Precisamos de mais fontes de energia?”, “Necessidades energéticas e impacto ambiental”, “Sociedade, Economia e Meio Ambiente: problemas e soluções”.

São apenas sugestões de temas a serem focados no debate. Você também pode criar um que possa polemizar a relação entre as necessidades econômicas e sociais com o meio ambiente. Sinta-se à vontade para criar.

### Mãos à obra!

Inicialmente, estabeleça as regras do debate. Sugerimos que comece fornecendo um minuto para que cada grupo se apresente e diga seus principais pontos de vista. Depois, divida o debate em quatro partes:

**1ª parte:** Cada grupo tem que fazer duas perguntas ao grupo oponente. Dê 30 segundos para a pergunta, 1 minuto para a resposta, 1 minuto para a réplica e 30 segundos para a tréplica.

**2ª parte:** Os jornalistas devem fazer duas perguntas para cada grupo. Dê 30 segundos para a pergunta, 1 minuto para a resposta, 1 minuto para a réplica e 30 segundos para a tréplica.

**3ª parte:** A platéia deve fazer duas perguntas para cada grupo. Dê 30 segundos para a pergunta, 1 minuto para a resposta, 1 minuto para a réplica e 30 segundos para a tréplica.

**4ª parte:** Cada grupo terá 1 minuto para fazer suas considerações finais.

Esta forma é uma sugestão. Você pode adequar as regras de acordo com sua turma. Dimensione o tempo de cada parte de modo que o debate não tome toda a aula, nem seja rápido ao ponto de ficar muito pobre.

Ao término do debate, peça aos alunos que redijam um relatório-síntese. Nesse documento, deverão constar o que sentiram ao participar do debate, qual a opinião deles sobre o tema antes do debate, quais os pontos positivos e negativos de cada parte envolvida, e como se posicionam, após o debate, perante às discussões tratadas.

### Encaminhando a ação

A idéia principal é fazer com que os alunos pesquisem os principais argumentos utilizados por este dois segmentos da sociedade na defesa de seus interesses. Para isso será preciso que se preparem para o debate, estudando bastante o tema. Incentive cada grupo a estudar os argumentos de seu oponente, com o intuito de conhecerem não somente seus pontos fracos e fortes,



mas também os dele. Isso os levará a tomarem contato com os diferentes lados da questão.

Situe o problema relacionado à necessidade energética cada vez maior que a sociedade de hoje tem devido ao crescimento tecnológico. Ao mesmo tempo em que precisamos de energia, interferimos cada vez mais na natureza. Comece dizendo o quanto não conseguimos ficar sem energia. Por exemplo, pergunte como se sentem quando falta energia elétrica. Peça que imaginem o transtorno que ocorreria nos hospitais e nos grandes centros caso houvesse uma queda de energia elétrica por 1 dia, 4 dias e uma semana. De onde vem essa energia? Ela irá durar para sempre? Ao mesmo tempo, informe que a produção de carros novos cresce a cada dia e encham as ruas transformando o trânsito em um caos. Queremos carro, mas e a qualidade do ar que respiramos? Ou seja, mostre as duas faces dessa discussão. Enquanto queremos ter acesso às novas tecnologias não podemos esquecer dos impactos ambientais que elas proporcionam.

Depois do debate, trabalhe com os alunos o efeito estufa e o buraco na camada de ozônio, temas presentes constantemente na mídia. Muitos alunos acabam por misturá-los e, principalmente, acreditam que o efeito estufa tem relação direta com a camada de ozônio. Contudo, por estarem relacionados à atmosfera, não significa que sejam a mesma coisa.

É preciso que os alunos compreendam que o efeito estufa é um mecanismo natural que ocorre na Terra devido a sua atmosfera. Nosso planeta recebe diariamente a energia do Sol, que é absorvida e reemitida para o espaço na forma de calor (radiação infravermelha), como visto anteriormente. Contudo, uma parcela desse calor volta para a Terra, refletido por sua atmosfera. Na atmosfera, além de vapor d'água, existem também o gás carbônico ou dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), o metano ou gás natural ( $\text{CH}_4$ ) e o óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), entre

outros que causam este fenômeno. Estes gases permitem a passagem da luz solar (radiação na faixa do visível), mas absorvem a radiação infravermelha emitida pela Terra devolvendo-a para a superfície (ressalte que mesmo presente na atmosfera, o oxigênio e o nitrogênio não colaboram para o efeito estufa visto que são transparentes tanto para a luz solar como para o infravermelho). Isto é que chamamos de efeito estufa, ou seja, processo pelo qual os gases presentes na atmosfera impedem o retorno ao espaço do calor emitido pelo Sol durante o dia, conservando, assim, energia para os períodos noturnos do planeta. Com isso, o calor recebido pelo nosso planeta durante o dia, mantém sua temperatura de certa forma elevada durante a noite, conservando uma amplitude térmica moderada. Outros planetas do nosso sistema solar, como Vênus e Marte, por exemplo, não possuem este mecanismo, fazendo com que durante o dia atinjam temperaturas elevadas, acima de  $300\text{ }^\circ\text{C}$ , e durante a noite temperaturas muito reduzidas, abaixo de  $150\text{ }^\circ\text{C}$ . Diferentemente do que muitas pessoas acreditam, o efeito estufa não é um vilão, é um fenômeno que sempre existiu e sempre foi um regulador da temperatura da Terra. Sem ele, a Terra seria um planeta gelado à noite. Ele é o responsável por manter o nosso planeta aquecido durante a noite, o que fornece as condições necessárias para o surgimento e a manutenção da vida.

Trabalhe com os alunos a seguinte questão: Por que o efeito estufa então é considerado uma ameaça à vida na Terra? O que deve ser temido é um aquecimento de grandes proporções, visto que o efeito estufa tem se tornado cada vez mais intenso devido à poluição ambiental provocada pelo homem, por meio da queima de combustíveis fósseis como derivados de petróleo, carvão e pela queima de matérias orgânicas como madeiras, vegetais etc. Este efeito estufa indesejável tem alterado consideravelmente a temperatura do globo. A temperatura média da Terra é de  $15\text{ }^\circ\text{C}$  há milhares de anos. Contudo, no último século, houve um aumento

de cerca de 0,5 °C. Alguns pesquisadores atribuem esse aumento à emissão desenfreada de gases (principalmente  $\text{CO}_2$  e  $\text{CH}_4$ ) na atmosfera, o que acentua o efeito estufa, aumentando a temperatura global. Por exemplo, o acréscimo da concentração de dióxido de carbônico ( $\text{CO}_2$ ) está relacionado à combustão de carvão, usado na geração de energia elétrica e do petróleo nos meios de transporte. Caso essa concentração na atmosfera aumente muito, quase todo o calor voltará para a Terra, aumentando sua temperatura cada vez mais, modificando as condições ambientais, transformando terras férteis em solos áridos, causando o derretimento das calotas polares, o aumento do nível médio dos mares, inundando as regiões litorâneas, a desestabilização das estações do ano, entre outras conseqüências climáticas.

O efeito estufa pode ser associado a um fato corriqueiro, percebido quando se deixa um carro exposto ao Sol. Percebemos que o seu interior se aquece muito ficando mais quente que o lado de fora. Por ser uma onda eletromagnética, a luz solar atravessa o vidro do carro incidindo nos objetos internos, que absorvem essa radiação aumentando sua temperatura. Eles então passam a emitir radiação na forma de calor. Como o vidro é “opaco” para a radiação infravermelha, ele a impede de sair, deixando o interior do carro muito quente. Além disso, o vidro é um mau condutor de calor, dificultando a troca de calor com o ambiente externo. A mesma explicação se dá para o funcionamento de uma estufa usada para o cultivo de determinadas plantas.

Já a camada de ozônio é uma faixa da atmosfera cuja principal função é o bloqueio dos raios Ultra-Violeta (UV) emitidos pelo Sol durante o dia, protegendo o ser humano, animais e plantas. Ainda que na superfície terrestre o ozônio contribua para agravar a poluição do ar das cidades e a chuva ácida, na estratosfera (entre 25 e 30 km acima da superfície), é um filtro a favor da vida, visto

que este tipo de radiação traz sérios danos aos seres vivos, como o câncer de pele. Diversas substâncias químicas acabam por destruir o ozônio ao reagirem com ele. Dentre as substâncias danosas à camada de ozônio tem-se os óxidos nítricos e nitrosos expelidos pelos exaustores dos veículos e o  $\text{CO}_2$  produzido pela queima de combustíveis fósseis, como o carvão e o petróleo. Mas, em termos de efeitos destrutivos, nada se compara ao grupo de gases chamado clorofluorcarbonos, os CFCs, presente em aparelhos de ar-condicionado, refrigeradores e em alguns aerossóis. Depois de liberados no ar, os CFCs levam cerca de oito anos para chegar à estratosfera onde, atingidos pela radiação ultravioleta, se desintegram e liberam cloro. Por sua vez, o cloro reage com o ozônio que, conseqüentemente, é transformado em oxigênio ( $\text{O}_2$ ). O problema é que o oxigênio não é capaz de proteger o planeta dos raios ultravioleta. Uma única molécula de CFC pode destruir 100 mil moléculas de ozônio, formando os “buracos” na camada, que possibilitam a entrada dos raios UV.

Os alunos podem, por meio das pesquisas para a realização do debate, perceber as diferenças e relações entre o efeito estufa e a camada de ozônio. Além disso, eles podem avaliar o que é aquecimento global, percebendo-o como resultado do lançamento excessivo de gases de efeito estufa na atmosfera, sobretudo o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), gases que tornam o planeta cada vez mais quente e não permitem a saída da radiação solar. Com isso pode-se discutir a necessidade de se buscar “combustíveis limpos”, diferentes dos combustíveis fósseis, como petróleo, carvão e gás natural, que liberam esses gases nocivos em sua queima. Pode-se discutir, também, os danos relacionados ao desmatamento, principal responsável pela emissão destes gases no Brasil. Ao desmatar as florestas, queima-se a madeira que não tem valor comercial, fazendo com que o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) contido na fumaça oriunda desse incêndio suba para a atmosfera

ra e se acumule a outros gases aumentando o efeito estufa. Pode-se também trabalhar as várias conseqüências do aquecimento global, como o aumento da intensidade de fenômenos climáticos extremos, como furacões, tempestades tropicais, inundações, ondas de calor, seca ou deslizamentos de terra.

Discuta com os alunos as maneiras de reduzir as emissões dos gases que acentuam o efeito estufa, como diminuir o desmatamento, incentivar o uso de energias renováveis não-convencionais (como a solar, a biomassa, oriunda mais comumente do bagaço da cana-de-açúcar e a eólica, dos ventos) o uso racional da energia, evitando desperdícios, a reciclagem de materiais, melhoria do transporte público etc. Discuta também o Protocolo de Kyoto, apresentando-o como um tratado internacional que estipula reduções obrigatórias de emissões que acentuam o efeito estufa. Assinado por 168 países, os Estados Unidos, maiores emissores mundiais desses gases, e a Austrália não assinaram esse tratado.

Assim, por meio deste debate, os alunos serão capazes de se posicionar em relação a interferência do ser humano no meio ambiente.

### Encaminhamento complementar

A Situação de Aprendizagem 11 deve ser pensada como o ponto de partida para os alunos pesquisarem os conceitos científicos que virão à tona no momento do debate. Procure também se preparar para ele, buscando informações na internet e em revistas de divulgação científica que tratam da relação do ser humano com o meio ambiente. Recolha dados que possam enriquecer o trabalho dos alunos e auxilie-os em sua pesquisa.

Com a sistematização da Situação de Aprendizagem 11, terminamos mais um tema de Física Térmica. Neste momento, os alunos devem estar aptos a compreender os conceitos de calor específico e latente, as mudanças de estado da matéria, o ciclo da água e, por meio do entendimento do calor como radiação infravermelha, perceber a relação do homem com o meio ambiente, avaliando cientificamente o aquecimento global e compreendendo o efeito estufa e a camada de ozônio.

Adiante, trataremos do calor como energia, associando-o ao trabalho mecânico e discutindo a conservação de energia.



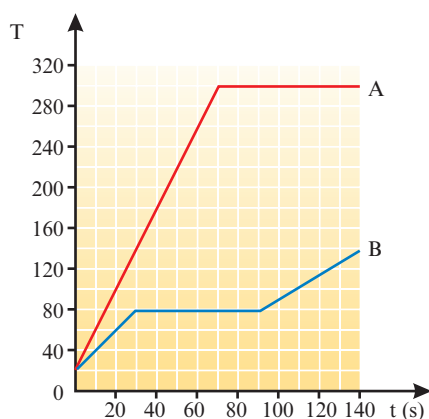
## GRADE DE AVALIAÇÃO DOS PRODUTOS DO TEMA

Atividade	Competências e Habilidades	Indicadores de Aprendizagem
Situação de Aprendizagem 9	<p>Reconhecer os ciclos de calor no sistema terrestre (clima, fenômenos atmosféricos e efeito estufa).</p> <p>Descrever relatos de fenômenos ou acontecimentos que envolvam conhecimentos físicos.</p>	<p>Utilizar os conceitos de calor específico e capacidade térmica para explicar fenômenos atmosféricos.</p> <p>Identificar a importância da condução, convecção e irradiação em sistemas naturais e fenômenos climáticos.</p>
Situação de Aprendizagem 10	<p>Reconhecer modelos físicos microscópicos para adquirir uma compreensão mais profunda dos fenômenos térmicos e utilizá-los na análise de situações-problema.</p> <p>Descrever relatos de fenômenos ou acontecimentos que envolvam conhecimentos físicos.</p> <p>Elaborar relatórios analíticos, apresentando e discutindo dados e resultados dos experimentos, fazendo uso, sempre que necessário, da linguagem física apropriada.</p>	<p>Identificar os processos de troca de calor e as propriedades térmicas das substâncias envolvidas nos diversos fenômenos atmosféricos.</p> <p>Compreender os processos de formação de fenômenos climáticos como chuva, orvalho, geada e neve.</p> <p>Compreender as transformações de estado durante o ciclo da água.</p>
Situação de Aprendizagem 11	<p>Avaliar cientificamente hipóteses sobre aquecimento global e suas consequências ambientais e sociais.</p> <p>Perceber o papel desempenhado pelo conhecimento físico no desenvolvimento da tecnologia e a complexa relação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.</p> <p>Compreender a responsabilidade social que decorre da aquisição de conhecimento conduzindo a um posicionamento responsável.</p> <p>Selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.</p> <p>Relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.</p>	<p>Avaliar e comparar a quantidade de energia liberada na combustão de diferentes substâncias.</p> <p>Analisar o uso de diferentes combustíveis, considerando suas relações com o meio ambiente.</p> <p>Reconhecer o calor como energia térmica que se propaga como radiação.</p> <p>Compreender o efeito estufa e a camada de ozônio, sabendo diferenciá-los.</p> <p>Analisar a relação entre necessidade energética na sociedade e a emissão de gases poluentes na atmosfera.</p> <p>Interpretar gráficos e tabelas, correlacionando informações de diferentes fontes.</p>

## PROPOSTAS DE QUESTÕES PARA APLICAÇÃO EM AVALIAÇÃO RELATIVAS AO TEMA

- 1) (Fuvest-2002) As curvas **A** e **B** na figura representam a variação de temperatura ( $T$ ) em função do tempo ( $t$ ) de duas substâncias **A** e **B**, quando 50 g de cada uma são aquecidos separadamente, a partir da temperatura inicial de  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , na fase sólida, recebendo calor em uma taxa constante de  $20\text{ cal/s}$ .

Considere agora um experimento em que 50 g de cada uma das substâncias são colocados em contato térmico em um recipiente termicamente isolado, com a substância **A** à temperatura inicial  $T_A = 280\text{ }^{\circ}\text{C}$  e a substância **B** à temperatura inicial  $T_B = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



- A) Determine o valor do calor latente de fusão  $L_B$  da substância **B**.
- B) Determine a temperatura de equilíbrio do conjunto no final do experimento.
- C) Se a temperatura final corresponder à mudança de fase de uma das substâncias, determine a quantidade dessa substância em cada uma das fases.

- 2) (Enem-2006) As florestas tropicais úmidas contribuem muito para a manutenção da vida no planeta, por meio do chamado sequestro de carbono atmosférico. Resultados de observações sucessivas, nas últimas décadas, indicam que a floresta amazônica é capaz de absorver até 300 milhões de toneladas de carbono por ano. Conclui-se, portanto, que as florestas exercem importante papel no controle:

- (A) das chuvas ácidas, que decorrem da liberação, na atmosfera, do dióxido de carbono resultante dos desmatamentos por queimadas.
- (B) das inversões térmicas, causadas pelo acúmulo de dióxido de carbono resultante da não-dispersão dos poluentes para as regiões mais altas da atmosfera.
- (C) da destruição da camada de ozônio, causada pela liberação, na atmosfera, do dióxido de carbono contido nos gases do grupo dos clorofluorcarbonos.
- (D) do efeito estufa provocado pelo acúmulo de carbono na atmosfera, resultante da queima de combustíveis fósseis, como carvão mineral e petróleo.
- (E) da eutrofização das águas, decorrente da dissolução, nos rios, do excesso de dióxido de carbono presente na atmosfera.

- 3) Estufas de plantas são utilizadas para produzir ambientes fechados com temperaturas mais elevadas do que as temperaturas externas. Elas são feitas, em geral, com o uso de vidros ou lonas plásticas e são encontradas em áreas rurais, em Jardins Botânicos etc. Essa elevação de temperatura acontece devido ao fato de que:

- (A) o ar preso no interior da estufa tem seu calor específico aumentado.
- (B) a camada inferior da cobertura se aquece muito e isola o ambiente.
- (C) o ar entra em estado de sobre fusão e com isso aumenta de temperatura.
- (D) a radiação visível penetra mais facilmente na estufa, do que as radiações infravermelhas.
- 4) (Unesp-2007) Considere seus conhecimentos sobre mudanças de fase e analise as afirmações I, II e III, referentes à substância água, um recurso natural de alto valor.
- I. Durante a transição de sólido para líquido, a temperatura não muda, embora uma quantidade de calor tenha sido fornecida à água.
- II. O calor latente de condensação da água tem um valor diferente do calor latente de vaporização.
- III. Em determinadas condições, a água pode coexistir na fase sólida, líquida e gasosa.
- Pode-se afirmar que
- (A) apenas a afirmação I é correta.
- (B) apenas as afirmações I e II são corretas.
- (C) apenas as afirmações I e III são corretas.
- (D) apenas as afirmações II e III são corretas.
- (E) as afirmações I, II e III são corretas.

### Grades de correção das questões:

#### Resolução e comentários:

- 1A) Substância B –  $Q = mL$  e  $Q = Pot \Delta t$   
Logo,  $mLB = Pot \Delta t$   
Assim,  $50 LB = 20 (90 - 30)$   
 $LB = 24 \text{ cal/g}$

- 1B) Esfriar A de  $280^\circ\text{C}$  até  $80^\circ\text{C}$

$$Q_A = m_A c_A \Delta_A = 50 \cdot 0,10 \cdot (80 - 280)$$

$$Q_A = -1\,000 \text{ cal}$$

- Aquecer B até  $80^\circ\text{C}$

$$Q_B = m_B c_B \Delta_B = 50 \cdot 0,20 \cdot (80 - 20)$$

$$Q_B = 600 \text{ cal}$$

$$Q = Q_A + Q_B = -1\,000 + 600$$

$$Q = -400 \text{ cal}$$

- Essa energia será utilizada para a fusão de B:

$$Q = mL$$

$$400 = m \cdot 24$$

$$m = 50/3 \text{ g}$$

*Note que a fusão foi parcial. Assim, no final a temperatura será de  $80^\circ\text{C}$ .*

- 1C) A substância B mudou de fase.

$$m_{B(\text{líquido})} = 50/3 \text{ g} \quad m_{B(\text{sólido})} = 50 - 50/3 = 100/3 \text{ g}$$

**2) Resposta correta: Alternativa (D) do efeito estufa provocado pelo acúmulo de carbono na atmosfera, resultante da queima de combustíveis fósseis, como carvão mineral e petróleo.**

**3) Resposta correta: Alternativa (B) as lonas são mais transparentes às radiações da luz visível que às radiações infravermelhas.**

**4) Resposta correta: Alternativa (C) apenas as afirmações I e III são corretas.**

## PROPOSTA DE SITUAÇÕES DE RECUPERAÇÃO

O principal objetivo deste Caderno foi levar os estudantes a compreender o calor como manifestação da energia, sua relação com a temperatura e com as propriedades da matéria e da radiação. Embora haja várias habilidades e competências listadas ao longo das atividades propostas, pelo menos três devem ser garantidas para a continuidade de estudos nesta fase:

- ▶ ser capaz de entender o calor como conceito científico ligado à energia e relacioná-lo com a temperatura em termos teóricos e experimentais;
- ▶ ser capaz de calcular o calor trocado entre os corpos materiais;
- ▶ ser capaz de reconhecer o clima como decorrente das trocas de calor no ambiente.

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

- ▶ Para o primeiro termo, é necessário reaplicar o Roteiro 4, em pequenos grupos (dois ou três estudantes). Busque discutir com os alunos de que maneira as dimensões de uma substância podem evidenciar a temperatura. Peça aos estudantes que listem situações conhecidas em que a variação da temperatura gera mudança no comportamento dos corpos (por exemplo, um portão de ferro que fecha mal no verão, ou os estalos do forro quando chega a noite em um dia muito quente). Discuta com os estudantes o que significa dizer que um corpo “dilatou” em termos da estrutura atômico-molecular (faça a analogia das moléculas aquecidas como bailarinas que se distanciam quando aumentam o ritmo de uma dança). Apresente vários equipamentos disponíveis no mercado para medir temperatura, como

os termômetros de álcool, os digitais etc. Busque nas provas do Enem ou em outras provas de avaliação (Fuvest, Unicamp etc.) novas questões sobre o tema.

- ▶ Para o segundo termo, permita aos alunos que executem novamente a atividade do Roteiro 8, porém peça a eles que sugiram outros alimentos secos. É importante que o grupo seja de, no máximo, três estudantes para garantir que todos possam participar da atividade. Faça com que a investigação se transforme em um “jogo” entre eles, testando a capacidade de antever qual dos alimentos será o mais energético. Busque nas provas do Enem ou em outras provas de avaliação (Fuvest, Unicamp etc.) novas questões sobre o tema.
- ▶ Já para o terceiro termo, refaça a atividade do Roteiro 11. Porém, forneça o seguinte tema para debate: “O que podemos fazer para contribuir com a redução do aquecimento Global?”. Use a mesma estratégia de trabalho proposta na atividade original, dividindo os estudantes em duas equipes: Uma mais propensa a mudar hábitos e atitudes e outra mais reticente à essas mudanças. Procure destacar a necessidade de, inicialmente, se entender o que vem a ser aquecimento global. Mostre que a composição dos gases presentes na atmosfera determina parte do calor retido na Terra. Peça aos alunos que expliquem o que é o efeito estufa e como a sociedade moderna contribui para isso. Esse trabalho pode gerar um relatório, um panfleto ou cartilha. Consulte o material produzido pelo NuPIC sobre o tema no site: (<http://nupic.incubadora.fapesp.bel/projetos>.)

## **R**ECURSOS PARA AMPLIAR A PERSPECTIVA DO PROFESSOR E DO ALUNO PARA A COMPREENSÃO DO TEMA

Os temas tratados neste Caderno podem ser aprofundados e estendidos com o uso das referências abaixo. A lista constitui-se em referências citadas no corpo das Situação de Aprendizagem:

GRAF – Disponível em:  
[http://www.if.usp.br/profis/graf\\_leituras.html](http://www.if.usp.br/profis/graf_leituras.html)  
Acesso em: 15 fev 2008

PEC – Disponível em:  
<http://paje.fe.usp.br/estruturalpec>

Pró-Universitário – Disponível em:  
<http://naeg.prg.usp.br/punil/disciplinas/fisicalhomedefisicalindex.htm>  
Acesso em: 15 fev 2008

NuPIC – Disponível em:  
<http://nupic.incubadora.fapesp.br/portal>  
Acesso em: 15 fev. 2008

Outras leituras e sugestões de atividades podem ser obtidas em:

FIGUEIREDO, A.; PIETROCOLA, M. *Calor e temperatura*. São Paulo: FTD, 2000.

Este livro aborda diretamente os conceitos de calor e temperatura, com atividades experimentais e o papel das máquinas térmicas. Apresenta o calor e sua relação com os fenômenos climáticos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os temas tratados neste Caderno propõem a abordagem do estudo de calor e temperatura partindo de sua presença no cotidiano. Os estudantes deverão ser sensibilizados para as trocas de calor e suas fontes e relacioná-las com a transferência da energia na matéria e na radiação. A medida do calor a partir da temperatura, o modelo cinético-molecular, o cálculo do calor trocado nos sistemas e o calor como radiação completam os conteúdos tratados. A aplicação desses conteúdos para enten-

der o clima e suas mudanças fecham este Caderno.

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

Atividade	Competências e Habilidades	Indicadores de Aprendizagem	Indicadores
Situação de Aprendizagem 1	Utilizar terminologia científica adequada para se referir a processo que envolvem troca de calor. Identificar a presença do calor nos fenômenos cotidianos.	Identificar fenômenos, fontes e sistemas que envolvem calor para a escolha de materiais apropriados. Classificar os fenômenos e elementos presentes nos processos de troca de calor.	Pleno Parcial Insuficiente

Os indicadores podem ser utilizados para a Situação de Aprendizagem como um todo (como feito no exemplo acima) ou para cada

uma das competências e habilidades previstas.

Bom trabalho!

 Anotações

Lined writing area with spiral binding on the left side.

