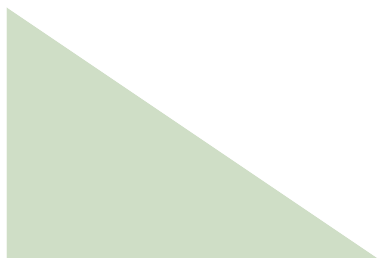


caderno do
PROFESSOR

FÍSICA

ensino médio
2ª SÉRIE
volume 1 - 2009





GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Governador
José Serra

Vice-Governador
Alberto Goldman

Secretária da Educação
Maria Helena Guimarães de Castro

Secretária-Adjunta
Iara Gloria Areias Prado

Chefe de Gabinete
Fernando Padula

Coordenadora de Estudos e Normas
Pedagógicas
Valéria de Souza

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

Coordenadora de Ensino do Interior
Aparecida Edna de Matos

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

EXECUÇÃO

Coordenação Geral
Maria Inês Fini

Concepção
Guiomar Namó de Mello
Lino de Macedo
Luís Carlos de Menezes
Maria Inês Fini
Ruy Berger

GESTÃO

Fundação Carlos Alberto Vanzolini
Presidente do Conselho Curador:
Antonio Rafael Namur Muscat
Presidente da Diretoria Executiva:
Mauro Zilbovicius
**Diretor de Gestão de Tecnologias
aplicadas à Educação:**
Guilherme Ary Plonski
Coordenadoras Executivas de Projetos:
Beatriz Scavazza e Angela Sprenger

COORDENAÇÃO TÉCNICA

CENP – Coordenadoria de Estudos e Normas
Pedagógicas

Coordenação do Desenvolvimento dos Conteúdos Programáticos e dos Cadernos dos Professores

Ghisleine Trigo Silveira

AUTORES

Ciências Humanas e suas Tecnologias

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

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

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

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

Ciências da Natureza e suas Tecnologias

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

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

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

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

Linguagens, Códigos e suas Tecnologias

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

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

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

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

Matemática

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

Caderno do Gestor

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

Equipe de Produção

Coordenação Executiva: Beatriz Scavazza

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

Equipe Editorial

Coordenação Executiva: Angela Sprenger

Assessores: Denise Blanes, Luis Márcio Barbosa

Projeto Editorial: Zuleika de Felice Murrrie

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

APOIO

FDE – Fundação para o Desenvolvimento
da Educação

CTP, Impressão e Acabamento

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.

Catálogo na Fonte: Centro de Referência em Educação Mario Covas

S239c São Paulo (Estado) Secretaria da Educação.

Caderno do professor: física, ensino médio - 2ª série, volume 1 / Secretaria da Educação; coordenação geral, Maria Inês Fini; equipe, Guilherme Brockington, Estevam Rouxinol, Ivã Gurgel, Luís Paulo de Carvalho Piassi, Marcelo de Carvalho Bonetti, Maurício Pietrocola Pinto de Oliveira, Maxwell Roger da Purificação Siqueira, Yassuko Hosoume. – São Paulo : SEE, 2009.

ISBN 978-85-7849-176-5

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

CDU: 373.5:53



Prezado(a) professor(a),

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

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

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

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

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

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

Contamos com você.

Maria Helena Guimarães de Castro

Secretária da Educação do Estado de São Paulo





SUMÁRIO

São Paulo faz escola – Uma Proposta Curricular para o Estado	5
Ficha do Caderno	7
Orientação sobre os conteúdos do bimestre	8
Tema 1 – Fenomenologia: calor, temperatura e fontes	10
Situação de Aprendizagem 1 – Problematizando e classificando: Cadê o calor?	11
Situação de Aprendizagem 2 – Estimando temperaturas	13
Situação de Aprendizagem 3 – Construindo um termômetro	15
Situação de Aprendizagem 4 – Regulando a temperatura	21
Indicadores de Aprendizagem	23
Propostas de questões para aplicação em avaliação	23
Tema 2 – Trocas de calor e propriedades térmicas da matéria	25
Situação de Aprendizagem 5 – Reconhecendo e procurando o calor: cadê o frio?	26
Situação de Aprendizagem 6 – Conduzindo, "convectando", irradiando: é o calor em trânsito!	29
Situação de Aprendizagem 7 – Quem libera mais calor?	33
Situação de Aprendizagem 8 – O mais energético	36
Indicadores de Aprendizagem	40
Propostas de questões para aplicação em avaliação	41
Tema 3 – Aquecimento e clima	44
Situação de Aprendizagem 9 – As brisas	45
Situação de Aprendizagem 10 – Temperaturas muito, muito baixas.	49
Situação de Aprendizagem 11 – Multinacionais × ONGs: um confronto... de ideias!	53
Indicadores de Aprendizagem	58
Propostas de questões para aplicação em avaliação	58
Proposta de Situação de Recuperação	61
Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno para a compreensão do tema	62
Considerações finais	63





SÃO PAULO FAZ ESCOLA – UMA PROPOSTA CURRICULAR PARA O ESTADO

Prezado(a) professor(a),

É com muita satisfação que apresento a todos a versão revista dos Cadernos do Professor, parte integrante da Proposta Curricular de 5ª a 8ª séries do Ensino Fundamental – Ciclo II e do Ensino Médio do Estado de São Paulo. Esta nova versão também tem a sua autoria, uma vez que inclui suas sugestões e críticas, apresentadas durante a primeira fase de implantação da proposta.

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

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

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

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





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

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

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

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

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

Bom ano letivo de trabalho a todos!

Maria Inês Fini

Coordenadora Geral
Projeto São Paulo Faz Escola





FICHA DO CADERNO

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 ^a
Período letivo:	1 ^o bimestre de 2009
Temas e conteúdos:	Calor, temperatura e fontes Trocas de calor e propriedades térmicas da matéria Aquecimento e clima



ORIENTAÇÃO SOBRE OS CONTEÚDOS DO BIMESTRE

Este Caderno propõe Situações de Aprendizagem e atividades que foram elaboradas com o propósito de auxiliar o professor no desenvolvimento do ensino de Física de forma mais instigante aos alunos e que, ao mesmo tempo, contribua para a formação de indivíduos capazes de participar do processo de transformação da sociedade de forma consciente em relação às questões sociais, ambientais e tecnológicas.

As Situações de Aprendizagem propostas tratam 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 conceito de calor, entendido como energia em trânsito na matéria e na radiação, juntamente com o de 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 da temperatura em situações experimentais, e não apenas pelos problemas abstratos, deve-se ao fato de: 1) haver uma série de atividades de fácil execução e de interesse para os estudantes; 2) ser mais eficiente a definição científica desses conceitos por meio de experiências; 3) permitir que os estudantes se familiarizem com a necessidade de recorrer ao domínio teórico experimental para lidar com propriedades e 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 linguísticas. Este tipo de procedimento

propõe desenvolver competências no domínio da linguagem por meio da reconstrução de conceitos e da adequação da linguagem matemática e científica

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 nessa 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 sequência. Os conceitos de 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 medir o calor e a temperatura, como caloria e graus Celsius e Fahrenheit, são analisados e discutidos em termos científicos.

O tema final deste Caderno introduz os alunos 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 ideias!, 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 do aluno com os alunos.

Este Caderno está dividido em três partes: a primeira trata do tema Fenomenologia: calor, temperatura e fontes, desenvolvido em quatro Situações de Aprendizagem; a segunda, do tema Trocas de calor e propriedades térmicas da matéria, é desenvolvida também em quatro Situações de Aprendizagem e a terceira, do

tema Aquecimento e clima, é desenvolvida em três Situações de Aprendizagem.

Para complementar as discussões e os encaminhamentos das Situações de Aprendizagem, estão previstos momentos em que outras ações devem ser programadas. Tais ações são fundamentais para a adequação dessa proposta ao trabalho com as suas turmas.

Nessas aulas, você 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 Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), pelo Projeto Escola e Cidadania (PEC), pelo Pró-Universitário, programa de apoio a estudantes do Ensino Médio e pelo *site* do Núcleo de Pesquisa em Inovação Curricular da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (NuPIC), tendo acesso gratuito, por meio dos endereços que estão no item Recursos para ampliar a perspectiva do professor e do aluno para a compreensão do tema.



TEMA 1 – FENOMENOLOGIA: CALOR, TEMPERATURA E FONTES

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.

Ainda que a palavra calor seja de uso corriqueiro, 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. Portanto, é imprescindível que se discuta os conceitos de calor e temperatura a partir das concepções prévias dos alunos.

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, macroscópi-

cos ou microscópicos, capazes de explicar seu fluxo na matéria.

Por se tratar do 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 numa etapa posterior, quando o aluno estiver 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 dê 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 desenvolvimento dos conceitos, como veremos adiante.

As Situações de Aprendizagem 2 e 3 trabalham a noção de medida da temperatura, a partir de uma pesquisa e da construção de um termômetro. Já a Situação de Aprendizagem 4 diz respeito aos processos e artefatos que controlam a temperatura. Com essas quatro Situações de Aprendizagem é possível discutir desde a ideia espontânea de calor, passando pela utilização de materiais para a medida da temperatura, até os processos naturais de controle, como a evaporação do suor.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1 PROBLEMATIZANDO E CLASSIFICANDO: CADÊ O CALOR?

O objetivo desta Situação de Aprendizagem é fomentar uma discussão sobre o uso dos termos “calor” e “frio”, incentivando os 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 de 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, diminuindo os processos de troca de calor e, conseqüentemente, mantendo-o quente por mais tempo.

Tempo previsto: 1 aula.

Conteúdos e temas: calor, temperatura e fontes; processos que envolvem troca de calor.

Competências e habilidades: identificar fenômenos, substâncias e materiais envolvidos em processos térmicos; relacionar características térmicas dos materiais com seus diferentes usos diários; perceber a participação do calor nos processos naturais ou tecnológicos; elaborar comunicação escrita ou oral utilizando linguagem científica adequada.

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 do aluno durante a realização das atividades em termos de postura em relação aos colegas e ao professor; a compreensão do aluno acerca dos procedimentos e conceitos físicos envolvidos nas atividades; avaliar as respostas às questões apresentadas no roteiro de atividade.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Para iniciar o estudo da Física Térmica, convide os estudantes a falarem sobre questões ligadas a calor e temperatura, como o clima, as máquinas, os tipos de roupa etc.,

tudo que os leve a pensar sobre a importância e a presença do calor no dia-a-dia.

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



Roteiro 1 – Cadê o calor?

Usamos a palavra calor em diversas ocasiões em nosso dia-a-dia. Na maioria das vezes, quando desejamos falar algo relacionado ao calor ou ao frio, usamos frases do tipo: “Estou com um calor danado!”, “Este cobertor équentinho”, “Hoje está muito frio” etc. A fim de entender melhor o que ocorre quando falamos de processos térmicos, faça a atividade a seguir:

Liste pelo menos 20 termos, processos ou situações que tenham alguma relação com calor ou com temperatura. Terminada a lista, responda às questões:

1. Quais elementos (“termos”) estão presentes em sua lista?
2. Quais características dos elementos que você listou os associa a processos

térmicos (algo esquentam ou esfria)? Por exemplo, nossas mãos se esquentam quando as esfregamos, ou nossa pele molhada com álcool se resfria se a soprarmos.

3. Identifique sistemas naturais e criados pelo homem nos quais exista alguma relação com calor e temperatura.

Tente classificar todos os elementos da sua lista em três grupos:

- a. substâncias e materiais;
- b. processos e fenômenos;
- c. máquinas, aparelhos e sistemas naturais.

Encaminhando a ação

Ao término do tempo de realização da tarefa (cerca de vinte minutos), peça para que eles digam o que conseguiram listar e vá anotando na lousa. Depois, a partir das respostas dos alunos para as três questões propostas no roteiro, encaminhe a classificação pedida.

Da questão 1, devem surgir as substâncias e os materiais, como água, fogo, carvão, lã, álcool, ar etc. As respostas da questão 2 permitem a classificação em processos e fenômenos. Nela devem surgir coisas como martelada, combustão, atrito etc.

Por fim, da questão 3 deve surgir a categoria: máquinas, aparelhos e sistemas naturais. Os alunos devem relatar coisas como geladeira, fogão, chuva, sol, chuveiro etc.

Note que o envolvimento dos alunos neste levantamento permite que eles participem do planejamento das aulas, ou seja, os conteúdos a serem trabalhados estarão intimamente relacionados às coisas retiradas do universo deles.

Feito isso, organize a sala em um grande grupo e, a partir das respostas obtidas nas perguntas do roteiro, agrupe o que foi listado nas três grandes categorias propostas:

- ▶ substâncias e materiais;
- ▶ processos, fenômenos e conceitos;
- ▶ máquinas, aparelhos e sistemas naturais.



Na Tabela 1, segue um exemplo:

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

Tabela 1 – Dados da pesquisa organizados em categorias.

Esta classificação não pretende ser única, entretanto, ela propicia uma organização dos elementos que serão trabalhados no desenvolvimento das Situações de Aprendizagem. A intenção não é, neste momento, explicar o funcionamento das máquinas, nem dos fenômenos e processos. A ideia 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.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 2 ESTIMANDO TEMPERATURAS

Esta Situação de Aprendizagem levará os alunos a fazer estimativas acerca das temperaturas de diferentes corpos. O objetivo é apresentar a temperatura como grandeza física capaz de informar o quão frio ou quente um objeto está e conhecer os instrumentos e as formas de medir essa grandeza.

Por se tratar de um conceito abstrato que frequentemente é confundido com o calor, a diferenciação entre eles deverá ser elucidada ao longo das Situações de Aprendizagem por meio da construção conceitual feita pelos próprios alunos.

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 medidas de temperatura; reconhecer fenômenos e elementos térmicos presentes no cotidiano; utilizar adequadamente fontes de pesquisas, como bibliotecas, enciclopédias e internet; redigir sínteses de pesquisa.

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

Recursos: roteiro 2, que leva os alunos a fazer estimativas acerca das temperaturas de diferentes corpos.

Avaliação: avaliar a variedade e a qualidade das manifestações do aluno durante a realização das atividades em termos de postura em relação aos colegas e ao professor; a compreensão do aluno acerca dos procedimentos e conceitos físicos envolvidos nas atividades; avaliar as respostas às questões apresentadas no roteiro de atividade.



Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Comece retomando a aula anterior, lembrando os termos usados em situações cotidianas, como “Esta roupa é quentinha” ou “Hoje faz um frio danado”. Esses termos sempre são usados quando queremos falar sobre algo quente ou frio. Então, pergunte aos alunos: *O que nos indica que algo está quente ou frio?* A ideia é fazê-los perceber que é preciso uma grandeza para quantificar o quão “quente” ou “frio” é um objeto. Assim, conduza a discussão sob esse aspecto, falando sobre temperatura.

Faça perguntas como: *Qual será a temperatura de um copo de café bem quente? 10 °C, 30 °C, 40 °C? E um refrigerante bem gelado? 2 °C, 0 °C, -5 °C? Caso você tivesse que dar um banho quente em um bebê e só pudesse medir a temperatura com um termômetro, sem usar seu corpo como referência, qual temperatura seria adequada: 10 °C, 30 °C, 60 °C?* A ideia é permitir que os alunos reflitam sobre “coisas” com as quais lidam no dia-a-dia, mas que nunca pararam para pensar quão quente ou fria elas são.

Roteiro 2 – Estimando temperaturas

Tente responder a essas perguntas:

1. Qual a temperatura de um forno caseiro?
2. E de um forno de uma siderúrgica?
3. Qual a temperatura de uma formiga?
4. E de um elefante?

Difícil, não é?

Agora, imagine como se medem tais temperaturas.

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

A seguir serão listados alguns itens como exemplo. Seja criativo!

Corpo humano, golfinho, fotosfera solar, planeta Terra, planeta Marte, 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.

Encaminhando a ação

Após esse momento inicial, organize os alunos em grupos de cinco e peça para que eles reúnam o que pesquisaram, escolham os itens mais interessantes e relatem para a turma. Na lousa, faça um quadro com as respostas. Segue um exemplo das temperaturas pedidas no roteiro 2.

É bastante comum que os alunos confundam calor com temperatura. Assim, a ideia nesse momento é apresentar a temperatura como a grandeza capaz de informar o quanto um objeto está quente ou frio. Ou seja, quanto maior a temperatura, mais quente está o objeto. Este não é um conceito trivial; ele indica uma medida térmica que reflete uma



quantidade média de movimento aleatório dos átomos e moléculas que formam um corpo qualquer. Ao longo das Situações de Apre-

dizagem, a diferenciação entre calor e temperatura será elucidada, a partir da construção destes conceitos pelos alunos.

Itens pesquisados	Temperatura (°C)
Corpo humano	36-37
Golfinho	39-41
Formiga	Temperatura ambiente
Elefante	37-39
Fotosfera solar	6 000
Planeta Marte	-60
Filamento de uma lâmpada acesa	2 600
Forno metalúrgico	3 500-4 000

Forno doméstico	300-350
Interior da geladeira	5-8
Interior do congelador	-6
Interior do iglu	15
Dia muito quente	Acima de 30
Dia muito frio	Abaixo de 10
Água do banho em dia frio	26-29
Leite quente	32-34
Sorvete	-6
Núcleo da Terra	7 000

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3 CONSTRUINDO UM TERMÔMETRO

Esta Situação de Aprendizagem tem por objetivo a construção de um aparelho simples para medir a temperatura: o termômetro.

Esse termômetro só terá fins didáticos, mas possibilitará discutir sobre outros instrumentos utilizados para medir temperaturas.

A dilatação do álcool 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.



Tempo previsto: 1 aula.

Conteúdos e temas: ler, interpretar e executar corretamente um roteiro de atividade experimental; elaborar hipóteses e interpretar resultados de situação experimental que envolve fenômenos térmicos e construção de um termômetro; elaborar comunicação escrita e relatar oralmente resultados de experimentos qualitativos sobre termômetro; identificar no cotidiano as situações que envolvem conhecimentos físicos estudados nas atividades realizadas.

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: avaliar a execução das experiências propostas e as respostas das questões contidas no roteiro; avaliar a variedade e a qualidade das manifestações do aluno durante a realização das atividades em termos de postura em relação aos colegas e ao professor; avaliar também o envolvimento e a compreensão dos procedimentos e conceitos físicos envolvidos nas atividades.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Inicie a aula conversando 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 está febril, ou a temperatura de um balcão de laticínios em um supermercado.

Nesses casos, é imprescindível que se conheça a temperatura. Pergunte aos alunos, então: *Como se realiza esta medição?*

Como o assunto inicial é medida de temperatura, forneça o roteiro 3 e o material necessário para sua execução. Como se trata 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 3.

Roteiro 3 – Construindo um termômetro

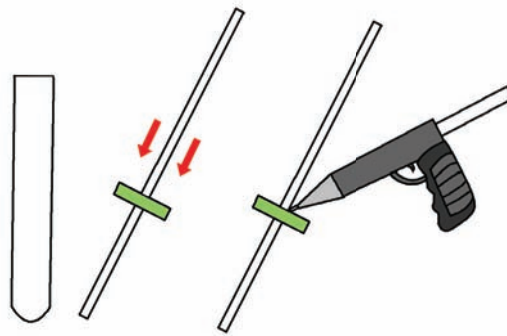
Organize o material e siga as instruções para construir seu termômetro.

Materiais:

Pote plástico transparente de filme fotográfico (ou um tubo de ensaio); cano fino de plástico (entre 2 e 4 mm de diâmetro de espessura), tubo transparente (ou um tubo capilar); cola quente; álcool comum 96 °Gl; corante para a calibração; vasilha com água e gelo.

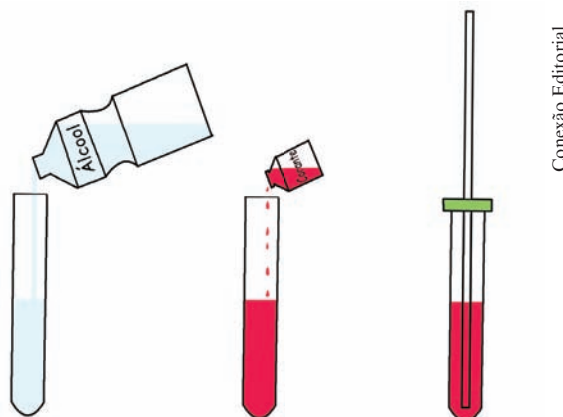
Mãos à obra!

1. 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.



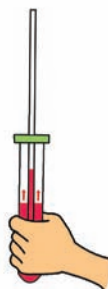
2. Agora, encha o pote até a metade com álcool e pingue algumas gotas de corante, para deixá-lo bem colorido. Feche o pote com a tampa, deixando uma das extremidades do canudo imersa no álcool.

Atenção! É preciso vedar muito bem, pois do contrário o experimento não irá funcionar!





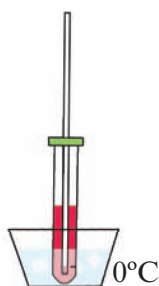
3. Segure o pote com as mãos e observe o que acontece. Você verá uma coluna de álcool subindo pelo canudo.



4. 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?)



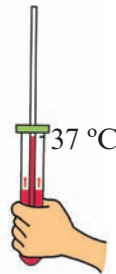
5. Você deverá calibrar seu termômetro agora. Para isso, coloque-o em uma vasilha com gelo e espere algum tempo para que se atinja o equilíbrio térmico, momento em que a altura do álcool se estabiliza. Anote a altura do álcool no tubo, que irá corresponder à temperatura de equilíbrio com o gelo fundente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



Conexão Editorial



6. 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 ($37\text{ }^{\circ}\text{C}$).



7. 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 comprados na farmácia. O funcionamento é o mesmo, o que muda é o material.



Conexão Editorial

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 rápida ou mais lentamente 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

Peça aos alunos que relatem alguns dos valores de temperatura encontrados e seus respectivos instrumentos de medida. Procure explorar com eles o processo de calibração do termômetro, discuta sobre a arbitrariedade da referência e da unidade de medida.

Para explicar o aumento da coluna de álcool, retome o modelo microscópico discutido anteriormente.

Leve-os 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 compreender que, graças às propriedades térmicas dos diferentes materiais, eles podem ser utilizados como instrumentos de medida de temperaturas. Assim, têm-se termômetros a gás, em que, para cada volume, associa-se uma temperatura.

Os instrumentos para medir temperaturas elevadas, como a dos fornos industriais ou das 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 devem cultivar o hábito de escrever suas observações experimentais em forma de relatórios; isso deve ser trabalhado com frequência. 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.

Na aula seguinte à realização do experimento, 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 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 dessa aula.

O próximo passo é discutir formas de controle da temperatura. Para que a discussão seja rica, distribua o roteiro 4 e peça que os alunos realizem a atividade 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 nem atrapalhe o tratamento conceitual do tema da aula.

Para não ter problemas, caso os alunos não tragam os dispositivos, procure levar pelo menos um como garantia. Pode ser um termostato de ferro de passar, facilmente encontrado em uma assistência técnica.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 4 REGULANDO A TEMPERATURA

Nesta Situação de Aprendizagem, a ideia 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.

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 de discussão em pequenos grupos, com proposta de sistematização em grande grupo.

Recursos: roteiro 4, visando identificar equipamentos e procedimentos para realizar o controle de temperaturas no cotidiano.

Avaliação: avaliar a variedade e a qualidade das manifestações do aluno durante a realização das atividades em termos de postura em relação aos colegas e ao professor; a compreensão do aluno acerca dos procedimentos e conceitos físicos envolvidos nas atividades; avaliar as respostas às questões apresentadas no roteiro de atividade.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

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 a respeito de formas de controle da temperatura.

Peça aos alunos que, em pequenos grupos, discutam as questões propostas. Ao final, recolha o roteiro 4, distribuído na aula anterior.

Sugerimos uma demonstração simples, fa-

cilmente 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 que os materiais se desligarem entre si, a tira encurva-se.

Essa demonstração ilustra o comportamento de uma lâmina bimetálica, presente em inúmeros equipamentos de controle de temperatura.



Roteiro 4 – Regulando a temperatura

No dia-a-dia, em inúmeras situações, somos obrigados a controlar a temperatura. Na aula anterior, aprendemos sobre instrumentos que servem para medir a temperatura. Mas como podemos controlar a temperatura?

Para responder a essa pergunta, execute as seguintes tarefas:

1. Faça uma lista com cinco itens que precisam ter sua temperatura controlada.

2. Leve para a sala de aula um 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 estudou até agora. Após o término da atividade, escreva um relatório, sintetizando o que você observou e aprendeu.

Encaminhando a ação

Leve seus alunos a perceber que é possível, 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 girar o botão. Controlamos a temperatura do corpo regulando a evaporação do suor quando em situações normais, ou por meio de medicamentos quando temos febre. Incentive-os e auxilie-os a refletirem sobre o nível de água do radiador de um carro, sobre a ventoinha (*cooler*) de um computador ou o termostato da geladeira.

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

Utilize um livro didático de sua escolha para trabalhar questões tradicionais sobre o tema, como dilatação e contração de corpos sólidos e líquidos. 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 4, terminamos o primeiro tema de Física Térmica. Este estudo inicial possibilita aos alunos 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 mais familiaridade com os “instrumentos” da Física para a leitura do mundo.

A aula inicial do próximo tema traz uma atividade bastante simples e dá início a discussões sobre os diferentes processos de troca de calor. Assim, entregue o roteiro 5 previamente para que os alunos realizem a atividade em casa.



INDICADORES DE APRENDIZAGEM

Com o encerramento deste tema, espera-se que os alunos estejam aptos a identificar fenômenos, fontes e sistemas que envolvem calor; a classificar os fenômenos e elementos presentes nos processos de troca de calor; a explicar a participação do calor nos processos naturais ou tecnológicos. Eles também deverão ser capazes de identificar e estimar diferentes ordens de grandeza de temperatura de diversos corpos; identificar as propriedades térmicas dos materiais nas diferentes formas de controle da temperatura; compreender o funcionamento dos diferentes termômetros e compreender o conceito de equilíbrio térmico.

Os alunos também devem ter condições de utilizar o modelo cinético das moléculas para explicar as propriedades térmicas das substân-

cias, associando-o ao conceito de temperatura e à sua escala absoluta.

Os alunos podem ser avaliados, de maneira coletiva ou individual, por meio da execução das experiências propostas ao longo das aulas, bem como pelo uso correto de conceitos físicos e da linguagem culta e científica nas respostas das questões contidas nos roteiros e na elaboração de sínteses de observações, análises e soluções. É possível também avaliar a variedade e a qualidade das manifestações dos alunos durante a realização das atividades em termos de sua postura em relação aos colegas e a você; de seu envolvimento e de sua compreensão dos procedimentos e conceitos físicos envolvidos nas Situações de Aprendizagem.

PROPOSTAS DE QUESTÕES PARA APLICAÇÃO EM AVALIAÇÃO

1. Em uma sala existem mesas, um sofá, um tapete e uma pessoa. Diga quais destes elementos possuem temperatura a) maior; b) menor; c) igual à temperatura do ar na sala.

Objetos como mesas, cadeiras e tapetes possuem a mesma temperatura que a do ar que o circunda, visto que estão em equilíbrio térmico.

Já os seres humanos e a maioria dos outros mamíferos geralmente possuem temperatura maior que a do ar ao seu redor.

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.

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. 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 tecidos mais quentes que se conhece.
 - 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. Vimos que podemos calibrar um termômetro feito em casa e graduá-lo de maneira arbitrária. Ou seja, você pode criar sua própria escala termométrica. Explique quais são os procedimentos necessários para fazer essa criação.

Para elaborar uma escala termométrica é preciso escolher um número para a temperatura de fusão do gelo e outro para a temperatura de ebulição da água. Feito isso, é possível criar subdivisões para essa escala. Se os números escolhidos forem diferentes dos da escala Celsius é possível estabelecer uma relação entre essas escalas.

TEMA 2 – TROCAS DE CALOR E PROPRIEDADES TÉRMICAS DA MATÉRIA

O objetivo deste tema é discutir os processos térmicos envolvidos nas trocas de calor e os efeitos causados por essas trocas. Dessa 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 desse tema, será possível identificar os diferentes processos de trocas de calor (condução, convecção e irradiação) e diferenciar os seus respectivos modelos explicativos.

Dando sequência 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 desses 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 dessas trocas permite então levar os alunos

a compreender o calor como uma forma de transferência de energia entre sistemas com diferenças de temperatura. Com isso, tem-se a chance de discutir como essa transferência se dá e abre-se a possibilidade de 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, criam-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 processo, gera-se o pano de fundo para inserir o estudo do próximo tema, que relaciona aquecimento e variações climáticas.

Iniciamos o estudo das trocas de calor por meio da Situação de Aprendizagem 5, que tem como objetivo conduzir os alunos a uma observação guiada da cozinha de suas casas. 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. Já na Situação de Aprendizagem 7, por meio de um experimento, é possível fazer com que os



alunos percebam a diferença da transferência de calor de duas esferas de materiais diferentes quando são aquecidas, possibilitando discutir

o conceito de calor específico. A Situação de Aprendizagem 8 permite avaliar o conteúdo energético de alguns alimentos.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 5 RECONHECENDO E PROCURANDO O CALOR: CADÊ O FRIO?

Esta Situação de Aprendizagem visa identificar quais são as fontes de calor nas casas e nos ambientes frequentados pelos alunos. O objetivo principal é fazer com que percebam 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). Dessa forma, cria-se o cenário

ideal para se discutir as diferentes formas de troca de calor. 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 da temperatura.

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 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 da atividade 5 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.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Comece pedindo aos alunos que se lembrem da cozinha de suas casas. Retome as perguntas contidas no roteiro 5 e vá escrevendo na lousa os resultados dos relatos dos alunos já pensando em agrupá-los posteriormente em três categorias:

1. fontes de calor;
2. materiais condutores de calor;
3. materiais isolantes.

A partir dessa classificação, você deverá guiar o estudo, usando os elementos listados para trabalhar os conceitos.

Roteiro 5 – Reconhecendo e procurando o calor: cadê o frio?

Em casa, vá até a sua cozinha, olhe à sua volta e anote em seu caderno pelo menos dois itens diretamente relacionados ao calor. Observe bem esses itens e responda, para cada um deles, às seguintes questões:

a. O que produz calor?

- b. O que transmite calor?
- c. O que é usado para manter a temperatura?
- d. O que retira calor?
- e. E o frio? Cadê o frio?

Encaminhando a ação

A categoria 1 emerge das respostas à questão: *O que produz calor na cozinha?* Devem surgir elementos como fogão, chama, fósforo, isqueiro, forno, micro-ondas etc. Já a categoria 2 surge das respostas à questão: *O que transmite calor?* Deve aparecer fogão, panela, vidro, copo, metal etc. Chame a atenção dos alunos para os materiais presentes na lista. A categoria 3 deriva da questão: *O que é usado para manter a temperatura?* Os alunos deverão responder: geladeira, freezer, isopor, plástico etc. Mais uma vez, tente ressaltar os materiais envolvidos na listagem.

Já as questões: *O que retira calor? E o frio? Cadê o frio?* deverão apresentar respostas como: geladeira, freezer, gelo, água corrente etc. Estas respostas serão fundamentais para elucidar os processos de troca de calor. Elas devem ser retomadas posteriormente para fa-

zer com que os alunos percebam que não existe a entidade física “frio”.

É preciso ressaltar que essa atividade cria condições ideais para discutir o conceito de troca de calor. A partir de suas observações, é possível fazer com que os alunos percebam que quando dois corpos estão em contato, o mais quente cede calor para o mais frio, por meio da condução de calor (algo que ocorre quando se pega o cabo metálico de uma panela que está no fogo. Por isso, os cabos devem ser de material isolante. – Assim, relacione esse processo de troca com os diferentes materiais e seus usos, contidos nas categorias 2 e 3). Ou, quando entre esses corpos há um fluido, como ar ou água, também há uma troca de calor, por meio do movimento do fluido devido a uma diferença em sua densidade, processo que chamamos de convecção (a água fervendo em uma panela pode ser usada como exemplo). 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 radiação térmica solar atravessa milhares de quilômetros de espaço vazio entre o Sol e a Terra e nos aquece em um dia de verão. São processos distintos e todos dizem respeito ao calor e suas trocas. Este momento permite trazer à tona processos como irradiação, convecção e equilíbrio dinâmico, que serão aprofundados na próxima Situação de Aprendizagem.

Certamente, os alunos irão trazer exemplos retirados da observação dos utensílios na cozinha, pois, nessa observação, fica clara a existência da troca de calor por condução, ao colocar uma panela em contato com a chama. Ao mesmo tempo, essa mesma chama troca calor com suas mãos, por irradiação. Entretanto, ainda que se discuta aqui o papel dos materiais isolantes e condutores, a ideia não é aprofundar os processos de troca em si, mas focar no processo de condução.

Sendo assim, nesse momento, procure salientar a ideia de que as fontes de calor fornecem energia, contribuindo para o aumento da temperatura de quem a recebe e, consequentemente, diminuindo a temperatura de quem a cede.

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, consequentemente, 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 a diferenciação entre calor e temperatura não é trivial, o que requer bastante cuidado ao discuti-la com os alunos. Para isso, ressalte o que acontece nas trocas de calor. Um bom exemplo para elucidar essa diferenciação é pensar o que ocorre ao colocarmos uma garrafa de refrigerante gelado sob água corrente. Por estar a uma temperatura maior, a água corrente cede calor à garrafa, de modo que enquanto sua temperatura diminui, a do refrigerante aumenta. O mesmo ocorre ao colocar gelo em uma bebida qualquer. (Perceba que esse é o momento ideal para retomar as questões **c** e **d** do roteiro. Não é o frio que sai do gelo! O gelo, por estar a uma temperatura mais baixa que a da bebida, tem sua temperatura aumentada à custa do resfriamento desta.) Da mesma forma, os alunos podem entender que ao colocar uma panela no fogo, este cede calor, energia, às moléculas que constituem a panela, aumentando assim sua temperatura.

Pode-se então iniciar a apresentação do modelo cinético-molecular. Esse modelo parte do pressuposto de que a matéria é constituída de moléculas que estão continuamente se movendo de forma caótica e desordenada, sempre interagindo 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. Este modelo deverá ser retomado, de forma que os alunos construam sua compreensão ao longo do desenvolvimento das Situações de Aprendizagem.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 6 CONDUZINDO, “CONVECTANDO”, IRRADIANDO: É O CALOR EM TRÂNSITO!

Esta Situação de Aprendizagem propõe experimentos que evidenciam os processos de condução, convecção e irradiação, possibilitando aprofundar as formas de troca de ca-

lor. 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.

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 e tecnológicos; identificar os diferentes processos de trocas de calor (condução, convecção e irradiação) e diferenciar 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.

Recurso: atividade experimental, utilizando materiais de baixo custo para problematizar os processos de transferência de calor.

Avaliação: avaliar a execução das experiências propostas e respostas das questões contidas no roteiro; avaliar a variedade e a qualidade das manifestações do aluno durante a realização das atividades em termos de postura em relação aos colegas e ao professor; avaliar também o envolvimento e a compreensão dos procedimentos e conceitos físicos envolvidos nas atividades.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Por tratar-se 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.

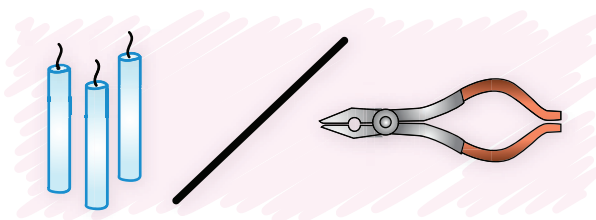


Roteiro 6 – Conduzindo, “convectando”, irradiando: é o calor em trânsito!

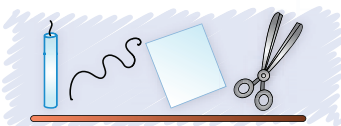
Nesta atividade, você poderá compreender alguns processos de troca de calor que ocorrem cotidianamente. Serão três experimentos muito fáceis de ser feitos e que possibilitam entender inúmeros eventos que ocorrem no dia-a-dia.

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.



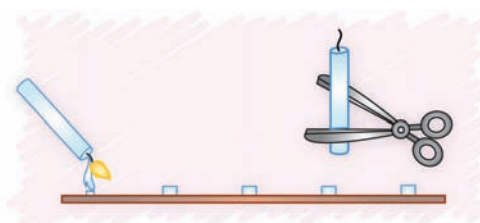
Irradiando: vela.



Mãos à obra!

Conduzindo

1. Corte uma vela em pequenos pedaços. Acenda outra vela e use a parafina derretida como “cola” para fixar esses pedacinhos no arame. Fixe-os em intervalos regulares ao longo de toda a haste.



Lie A. Kobayashi



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

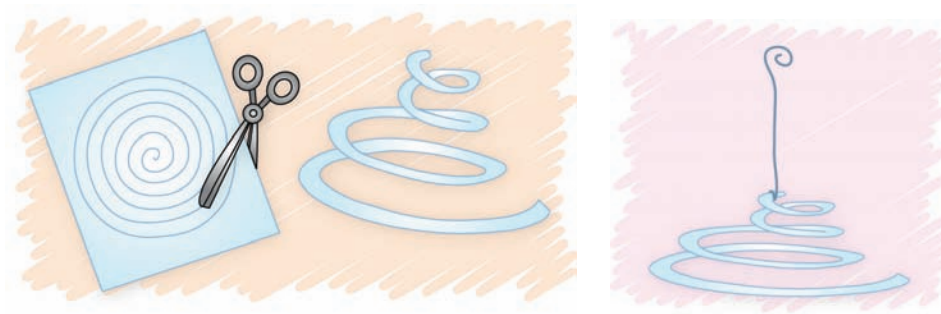
Responda:

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”

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



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



Lie A. Kobayashi



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

Responda:

1. Relate o que ocorreu com o móvil. 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

Durante o experimento sobre a condução, saliente que a haste metálica esquenta, 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, lembrando de outras situações em que ocorre a condução. Discuta sobre algu-

mas sensações ilusórias que temos, como, por exemplo, ao colocar um pé no piso de ladrilho e outro no carpete. Peça para explicarem por que o ladrilho parece mais frio que o carpete. Inúmeras situações podem ser objeto de reflexão, como o uso do isopor para armazenar bebidas, o plástico ou madeira para os cabos das panelas.

A convecção explica o funcionamento de um “móvil”. Mostre para os alunos 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 à 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 utilizadas pelos pássaros em seu voo ou o porquê de um ar-condicionado 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. Nesse momento do trabalho, não é possível tratar esse fenômeno 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 nessa etapa 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.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 7 QUEM LIBERA MAIS CALOR?

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 em 1 °C a temperatura de 1 grama de massa. Sua interpretação,

de acordo com o modelo cinético-molecular apresentado no tema anterior, implica a compreensão de que materiais diferentes são constituídos de moléculas diferentes, possibilitando assim trabalhar outras propriedades térmicas dos materiais, como, por exemplo, a condutibilidade.

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: ler, interpretar e executar corretamente um roteiro de atividade experimental; elaborar hipóteses e interpretar resultados de situação experimental que envolve trocas de calor e propriedades térmicas dos materiais; elaborar comunicação escrita e relatar oralmente resultados de experimentos sobre condução de calor, calor específico e capacidade térmica; identificar no cotidiano as situações que envolvem conhecimentos físicos estudados na atividade realizada.

Estratégias: atividade experimental para conduzir as discussões sobre o conceito de calor específico.

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

Avaliação: avaliar a execução da experiência proposta e as respostas das questões contidas no roteiro; avaliar a variedade e a qualidade das manifestações do aluno durante a realização da atividade em termos de postura em relação aos colegas e ao professor; avaliar também seu envolvimento e sua compreensão dos procedimentos e conceitos físicos envolvidos na atividade.



Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Em aulas anteriores foram apresentadas as mudanças nos materiais ao sofrerem variações de temperatura, o que possibilita construir instrumentos para medir temperaturas e também dispositivos para controlá-las. 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 resfriam mais facilmente que outros, como, por exemplo, o queijo presente no recheio de um pastel: ainda que o pastel e seu recheio tenham ficado o mesmo tempo no óleo quen-

te, basta dar uma mordida para perceber que o queijo está muito mais quente que a massa do pastel.

Dentro desse contexto, recolha o roteiro 7, distribuído na aula anterior, e peça aos alunos para que, em pequenos grupos, relatem os resultados obtidos.

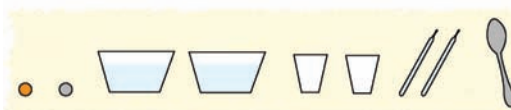
O fato de algumas substâncias se esfriarem ou se aquecerem mais facilmente que outras possibilita tratar o conceito de calor específico. Ao responder às perguntas do roteiro 7, o aluno pode verificar quem tem maior calor específico: o metal da esfera ou o “vidro” da bolinha de gude.

Roteiro 7 – Quem libera mais calor?

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 dessa atividade, você terá condições para entender por que isso ocorre.

Materiais: bolinha de gude grande, esfera de metal*, duas vasilhas que possam ser levadas ao fogo, água, dois copos grandes de vidro (tipo requieirão), dois termômetros.

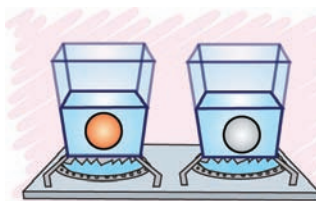
* É preciso que a esfera e a bolinha tenham massas quase iguais.



Conexão Editorial

Mãos à obra!

1. 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.



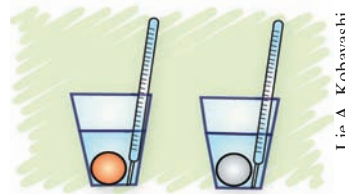
Lie A. Kobayashi



2. 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).

3. Depois dos 5 minutos, utilizando a colher transfira, com cuidado, as esferas para os copos.

4. 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. Qual esquenta mais rápido?
3. Qual esfria mais rápido?
4. Qual 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

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 1 °C a temperatura de 1 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 1 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 $Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$. Entretanto, dependendo da forma como você encaminhar a atividade e as discussões, esses cálculos podem vir a ter significado 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 essa 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 1 grama de outro material formado por moléculas de massa maior. Assim, para elevar 1 °C a temperatura de 1 grama é necessário fornecer uma maior quantidade de calor para aquele material que contenha um número maior de moléculas, já que aumentar a temperatura implica 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 em 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 grama dessa substância, para poder quantificar o calor consu-

mido 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 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 ou 5 litros de água?* O mesmo tipo de pergunta pode ser feito para discutir o resfriamento: *Onde é necessário mais gelo – para resfriar uma garrafa de refrigerante ou para resfriar dez 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 que o corpo deve receber ou ceder 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).

Na próxima aula, faremos um experimento no qual será possível avaliar, de uma maneira simples, a quantidade de energia liberada na combustão de alguns alimentos. Para enriquecer as discussões, peça aos os alunos que tragam de casa rótulos de diferentes alimentos, a fim de se observar o conteúdo energético e sua composição nutricional.

SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 8 O MAIS ENERGÉTICO

Esta Situação de Aprendizagem possibilita avaliar, de uma maneira simples, a quantidade de energia liberada na combustão de alguns alimentos. A queima desses alimentos é capaz de aquecer uma quantidade de água previamente determinada. 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 da produção de calor na combustão e dos processos de transformação de energia, essenciais para o dimensionamento e o funcionamento das máquinas e na própria manutenção da vida



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: ler, interpretar e executar corretamente um roteiro de atividade experimental; elaborar hipóteses e interpretar resultados de situação experimental que calcula a quantidade de calor envolvida em processos termodinâmicos reais; elaborar comunicação escrita e relatar oralmente resultados de experimentos qualitativos sobre a quantidade de energia armazenada nos alimentos.

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

Recurso: atividade experimental, utilizando materiais de baixo custo para conduzir as discussões sobre a quantidade de energia armazenada nos alimentos e o calor de combustão.

Avaliação: avaliar a execução da experiência proposta e as respostas das questões contidas no roteiro; avaliar a variedade e a qualidade das manifestações do aluno durante a realização da atividade em termos de postura em relação aos colegas e ao professor; avaliar também seu envolvimento e sua compreensão dos procedimentos e conceitos físicos envolvidos na atividade.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Esta atividade avalia o conteúdo energético de alguns alimentos. Leia com atenção o roteiro 8 e prepare-o anteriormente para ganhar tempo.

Como há a necessidade de aquecer o material analisado, sugerimos que você faça essa atividade em caráter demonstrativo, mas com

auxílio dos alunos. Peça a um deles que faça a leitura do termômetro, enquanto outro faz as anotações na lousa etc. Leve-os a se engajar na atividade, participando de todas as etapas de sua realização. Essa precaução é necessária, visto que o experimento é feito com a utilização de fogo. Entretanto, caso você conheça bem a turma e saiba que os alunos têm habilidade com atividades experimentais, pode organizar a realização do experimento em pequenos grupos.

Roteiro 8 – O mais energético

Neste experimento, iremos avaliar, de uma maneira simples, a quantidade de energia liberada na combustão de alguns alimentos. Por meio 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

Quatro 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) e rótulos de diferentes alimentos.



Mãos à obra!

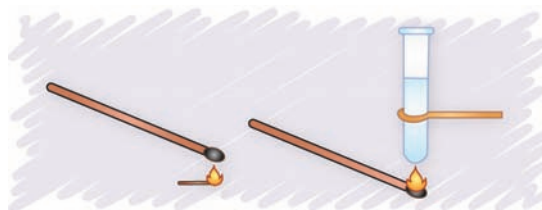
1. Separe em pedaços aproximadamente iguais os quatro tipos de alimento, medindo e anotando o valor de suas massas. Tente fazer com que os pedaços de alimentos tenham massas aproximadamente iguais (para isso, utilize, se possível, uma balança).



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

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

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



Lie A. Kobayashi

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





Lie A. Kobayashi

6. Repita esses procedimentos para os outros tipos de alimento, trocando a água a cada repetição.

Atenção! 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. Nessa tabela, devem aparecer informações sobre o tipo de alimento, o tempo de combustão, as temperaturas 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 permite, com muita facilidade, discutir sobre 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 do sol 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 dos outros animais. As plantas que possuem clorofila são capazes de absorver energia solar, com o gás carbônico do ar para realizar essas reações, produzindo açúcares, gorduras e proteínas, além de liberar 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 para a 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 realizada faz com que os alunos percebam a quantidade de energia contida em um alimento, por meio da energia liberada em 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 no organismo, 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 ganhar ou perder “peso”.

Utilizando os rótulos de alimentos que os alunos trouxeram de casa, discuta a importância de conhecer a quantidade de energia liberada pelos alimentos no organismo. Ressalte que uma alimentação com excesso ou deficiência de calorias pode levar à enorme variedade de problemas de saúde, como a obesidade, doenças cardiovasculares ou des-

nutrição. Assim, compare os rótulos discutindo, além da energia, os outros componentes dos alimentos. *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.

Sugerimos que a próxima aula 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.

Com a sistematização da Situação de Aprendizagem 8, terminamos mais um tema de Física Térmica. Nesse 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.

INDICADORES DE APRENDIZAGEM

Com o encerramento deste tema, espera-se que os alunos estejam aptos a compreender os conceitos de calor específico e capacidade térmica; a utilizar os conceitos de calor específico e capacidade térmica para explicar fenômenos térmicos cotidianos, bem como a efetuar cálculos matemáticos para estimar a quantidade de calor trocada em diversos fenômenos térmicos. Eles também deverão ser capazes de identificar a importância da con-

dução, da convecção e da irradiação em sistemas naturais e tecnológicos; saber utilizar o modelo cinético das moléculas para explicar as propriedades térmicas das substâncias e as diferentes formas de transmissão de calor, e ainda reconhecer o calor como energia térmica que se propaga como radiação. Os alunos também devem ter condições de avaliar a quantidade de energia liberada na combustão; de comparar a energia liberada



na combustão de diferentes substâncias e de analisar a relação entre a energia liberada e a fonte nutricional dos alimentos.

Os alunos podem ser avaliados, de maneira coletiva ou individual, por meio da execução das experiências propostas ao longo das aulas, bem como pelo uso correto de conceitos físicos e da linguagem culta e científica nas

respostas das questões contidas no roteiro e na elaboração de sínteses de observações, análises e soluções. É possível também avaliar a variedade e a qualidade das manifestações dos alunos durante a realização das atividades em termos de sua postura em relação aos colegas e a você e de seu envolvimento e de sua compreensão dos procedimentos e conceitos físicos envolvidos nas atividades.

PROPOSTAS DE QUESTÕES PARA APLICAÇÃO EM AVALIAÇÃO

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 50 °C. Depois de 2 horas, ele observa que a temperatura da água é de 36 °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.

$$Q = mc\Delta\theta$$

$$Q = 600 \cdot 1 \cdot (36 - 50)$$

$$Q = 600 \cdot (-14)$$

$$Q = -8400 \text{ cal} \text{ — quantidade de calor cedida em } 2 \text{ h}$$

$$\text{Assim, por hora temos: } \frac{8400}{2} = 4200 \text{ cal/h} \rightarrow$$

$$1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$$

$$\frac{4200}{3600} \cong 1,17 \text{ cal/s}$$

2. (Unesp-2007) Antibióticos podem ser produzidos induzindo o crescimento de uma cultura de micro-organismos em meios contendo nutrientes e oxigênio. Ao crescerem, esses micro-organismos respiram e, com a oxigenação, retiram energia dos alimentos, que 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 micro-organismos se

faz em grandes tanques, suficientemente oxigenados, conhecidos como biorreatores. Devido ao grande volume de nutrientes e micro-organismos, 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 O₂ 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 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.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta \quad \text{Assim, substituindo os valores disponíveis na questão, temos:}$$

$$(8750)(48000) = (500000000)(4,2) \Delta\theta$$

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

3. Leia as informações a seguir:

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. Consulte a tabela a seguir e responda:

Combustível	Calor de combustão (kcal/kg)
Álcool etílico (etanol) ¹	6 400
Álcool metílico (metanol) ²	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	2800 a 4 400
Óleo diesel	10 900
Petróleo	11 900
Querosene	10 900
TNT	3 600

¹ É obtido da cana-de-açúcar, mandioca, madeira.

² É obtido de madeira, carvão, gás natural, petróleo.

Retirado de: Grupo de Re-elaboração 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 1 kg de álcool e de 1 kg de gasolina. Estabeleça a razão entre custo e energia liberada para cada um deles. Essas razões são iguais?



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. Ou ainda, dividindo-se os valores podemos verificar que a quantidade de energia liberada pela gasolina é pouco mais de três vezes*

maior do que a do TNT.

5c) *1 kg de gasolina libera 11 100 kcal. 1 kg de álcool libera 4 700 kcal. Assim, são necessários 2,36 kg de álcool para obter a mesma quantidade de energia de 1 kg de gasolina.*

5d) *Dependerá da pesquisa dos alunos.*



TEMA 3 – AQUECIMENTO E CLIMA

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 o aquecimento global podem ser feitas a partir desses conceitos, possibilitando avaliar suas consequências ambientais e sociais, transformando a Física em um instrumento para a leitura e a compreensão do mundo.

Aquecimento global, efeito estufa, buraco na camada de ozônio etc. são termos que aparecem frequentemente na mídia impressa ou digital. A compreensão desses 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 sobre 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 pelo Fundo Mundial para a Natureza (WWF) revelam que o Brasil é recordista mundial em desmatamento. Em uma pesquisa recente, realizada 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 colocação 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 das mudanças ambientais globais.

Propomos três Situações de Aprendizagem simples que podem servir como ponto de partida para o tratamento desses tópicos. Na Situação de Aprendizagem 9, é possível discutir com os alunos a formação das brisas, dos ventos e furacões, fazendo com que 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 consequências 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 entre o homem e o meio ambiente.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 9 AS BRISAS

Essa 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 compreender como se dá a ocorrência das brisas marítimas, dos ventos mais fortes e até mesmo a formação de furacões.

Durante o dia, sentimos a brisa soprando do mar para a terra. Já à noite, essa 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 nos possibilita refletir sobre outros fenômenos atmosféricos, como ventos mais fortes e furacões.

Tempo previsto: 1 aula.

Conteúdos e temas: ler, interpretar e executar corretamente um roteiro de atividade experimental; reconhecer os ciclos de calor no sistema terrestre; elaborar comunicação escrita e relatar oralmente resultados de experimentos qualitativos sobre ciclos de calor no sistema terrestre e fenômenos atmosféricos; identificar no cotidiano as situações que envolvem conhecimentos físicos estudados nas atividades realizadas.

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.

Recurso: atividade experimental, utilizando materiais de baixo custo para conduzir as discussões sobre a formação de brisas e ventos.

Avaliação: avaliar a execução da experiência proposta e as respostas das questões contidas no roteiro; avaliar a variedade e a qualidade das manifestações do aluno durante a realização da atividade em termos de postura em relação aos colegas e ao professor; avaliar também seu envolvimento e sua compreensão dos procedimentos e conceitos físicos envolvidos na atividade.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

Esta atividade possibilita iniciar a discussão sobre aquecimento terrestre e clima. Dependendo das condições de sua escola, da turma e de 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 para



a curva comparando-a com a tabela 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 aquecimen-

to 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 facilmente que o aumento da temperatura da areia é bem maior que o da água. Da mesma forma, nota-se que a areia perde calor bem mais rápido do que a água quando retiradas de perto da lâmpada.

Roteiro 9 – As brisas

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

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

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

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

Materiais

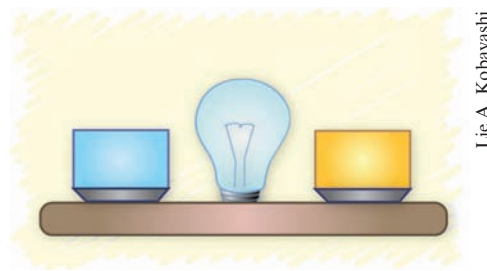
Duas latinhas de refrigerante, ambas com uma de suas extremidades cortada; 100 ml de água; 100 g de areia; dois termômetros; uma lâmpada de 100 W em um suporte (placa de madeira ou cerâmica); papel milimetrado; régua.

Mãos à obra!

1. 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.

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





3. Acenda a lâmpada. Meça e anote a temperatura das substâncias, a cada cinco 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.

4. Com os valores coletados, construa um gráfico (temperatura \times tempo) que mostre 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.

- ▶ Qual material variou mais sua temperatura?
- ▶ 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

A explicação para o que acontece com a temperatura da água e da areia está no conceito de calor específico, apresentado anteriormente. Procure fazer com que os alunos tentem explicar suas observações usando esse conceito. Caso ele tenha sido compreendido, certamente eles 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 maior variação de temperatura que a água.

Além do calor específico, outros fatores contribuem para essa diferença. Têm-se aqui outra oportunidade para 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 resulta em 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, esse ar 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 6), o 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 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 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 quantidade maior 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.

Auxilie-os a elaborar o relatório-síntese. Colabore para que eles possam se expressar livremente, mas utilizando a linguagem científica 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.

Na aula seguinte serão tratadas as baixas temperaturas, de forma que você pode selecionar 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.

Peça aos alunos que procurem informações sobre a história do sorvete. A ideia 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

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 e neve, aprofundando as

trocas de calor, acentuando nesse momento os processos de perda de calor, evidenciados na diminuição da temperatura. Pode-se relacionar essa diminuição da temperatura ao clima frio de determinadas regiões e discutir as consequências das alterações de temperatura para o meio ambiente.

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 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 de experimentos, fazendo uso, sempre que necessário, da linguagem científica apropriada.

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

Recurso: atividade experimental, utilizando materiais de baixo custo para produzir misturas frigoríficas.

Avaliação: avaliar a execução das experiências propostas e as respostas das questões contidas no roteiro; avaliar a variedade e a qualidade das manifestações do aluno durante a realização das atividades em termos de postura em relação aos colegas e ao professor; avaliar também seu envolvimento e sua compreensão dos procedimentos e conceitos físicos envolvidos nas atividades.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

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 a esse respeito. *Como eram armazenados? Como gelavam as massas de sorvete?* Após essa discussão inicial, separe a turma em pequenos grupos (de no máximo cinco alunos) e distribua o roteiro 10 e o material.



Roteiro 10 – Temperaturas muito, muito baixas

Organize o material descrito a seguir, realize o experimento e registre suas observações.

Materiais

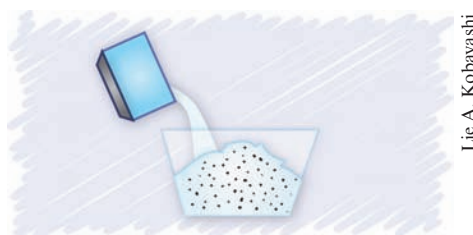
Sal marinho ou sal grosso, gelo moído, álcool, folhas pequenas de plantas, lata de refrigerante cortada ao meio, vasilha com água, martelo.



Mãos à obra!

1. 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.

2. Coloque um pouquinho de água na 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 adicione-a à mistura de sal e gelo. Veja o que acontece.



Lie A. Kobayashi

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

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

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

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



Encaminhando a ação

Coordene a realização da atividade, levando os alunos a relacionar o experimento com a questão da conservação do sorvete antes de existir refrigerador. Era bastante comum os sorveteiros usarem a mistura inicial, de gelo e sal grosso, como 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 essas misturas chegam a baixíssimas temperaturas por causa de um tipo de fusão: a diluição. Ao misturar 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. Essa 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 de chuva, geada, orvalho e neve, como veremos a seguir. 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 esse ciclo, retome a ideia de irradiação, que foi iniciada anteriormente e será mais bem 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 a dos raios X. Devido à natureza eletromagnética da radiação, essas ondas não precisam de um meio material para se propagar, 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, apenas uma parte ínfima chega à Terra. Veja como se dá a distribuição dessa 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.

Nesse 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, as-



sociado 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 ideia 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 o planeta. Além disso, essa 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. Quando subimos em lugares como topos de serra ou montanhas, 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 têm 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 condensa 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 correntes 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 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, o solo e os objetos deixados ao relento estarem molhados pela manhã. As superfícies desses 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 super-resfriada, 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 ser aquecida pela radiação emitida pelo Sol, uma grande quantidade de água dos rios, mares e da transpiração das plantas evapora. Ao mudar de estado, transformando-se em vapor, a água torna-se 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 focar 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 o 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. Esses processos podem ser facilmente encontrados na maioria dos livros didáticos disponíveis. Utilize aquele que mais lhe agrada para tratar desse tema.

Para mudar o estado de um corpo de massa m que está a determinada temperatura, temos que fornecer ou retirar dele uma quantidade de calor dada por $Q = m \cdot l$, 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 para os alunos que, por mais que se forneça calor a uma substância, sua temperatura se mantém constante durante a mudança de estado. Para explicar o porquê disso é preciso fazer uso novamente do modelo cinético-molecular da matéria. Tema também abordado nos livros didáticos, utilize-os para trabalhar quantitativamente esse conceito. Assim, completa-se a discussão acerca das trocas de calor, calores específico e latente.

Na próxima Situação de Aprendizagem, 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 a seguir 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 livros, revistas e na internet, a fim de poderem se preparar para o debate. Reforce a ideia de que cada grupo deverá estar bem embasado para que o debate se realize. Para isso, eles deverão utilizar conhecimentos científicos a fim de defender seus argumentos. Auxilie-os, então, a enriquecer seus pontos de vista.

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

Esta Situação de Aprendizagem permite que alunos se posicionem 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, con-

fusão comum entre os alunos, além de dar condições para que eles avaliem cientificamente hipóteses sobre aquecimento global e suas consequências ambientais e sociais.



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 sobre o aquecimento global e as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Recurso: 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.

Desenvolvimento da Situação de Aprendizagem

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, 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. A ideia principal é fazer com que os alunos pesquisem os principais argumentos utilizados por este dois segmentos da sociedade na defesa de seus interesses. Incentive cada grupo a estudar os argumentos de seu oponente, com o intuito de conhecerem não somente os pontos fracos e fortes do outro, mas também os seus. Isso os levará a tomarem contato com os diferentes lados da questão.

Situe o problema relacionado à necessidade energética cada vez maior da sociedade de hoje devido ao desenvolvimento 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 um dia, quatro 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 tecnologia não podemos nos esquecer dos impactos ambientais que elas proporcionam.

Para o debate, organize a turma em quatro grupos: representantes de uma multinacional, representantes de uma ONG ligada à preservação do meio ambiente, jornalistas, plateia. Você pode ser o mediador ou, se preferir, escolher um dos alunos.

Escolha, você mesmo ou por votação da turma, um dos temas: “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 neces-

sidades econômicas e sociais com o meio ambiente. Sinta-se à vontade para criar.

Esta forma de organizar e encaminhar o debate é uma sugestão. Você pode adequar às 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 a ponto de ficar muito pobre.

Roteiro 11 – Multinacionais × ONGs: um confronto... de ideias!

Hoje iremos realizar o debate para o qual você vem se preparando. Inicialmente, você deve estar atento às regras que estabelecemos para o debate. Começaremos com um minuto para que cada grupo se apresente e diga seus principais pontos de vista. Depois, o debate será dividido em quatro partes:

1ª parte: cada grupo fará duas perguntas ao grupo oponente. O tempo para esta etapa será: 30 segundos para a pergunta, um minuto para a resposta, um minuto para a réplica e 30 segundos para a tréplica;

2ª parte: os jornalistas farão duas perguntas para cada grupo. O tempo para esta etapa será: 30 segundos para a pergunta, um minuto para a resposta, um minuto para a réplica e 30 segundos para a tréplica;

3ª parte: a plateia fará duas perguntas para cada grupo. O tempo para esta etapa será: 30 segundos para a pergunta, um minuto para a resposta, um minuto para a réplica e 30 segundos para a tréplica;

4ª parte: cada grupo terá um minuto para fazer suas considerações finais.

Mãos à obra!

Ao término do debate, você deve, com seu grupo, redigir um relatório-síntese. Nesse documento, deverá constar o que você sentiu ao participar do debate, qual a sua opinião sobre o tema antes do debate, quais os pontos positivos e negativos em relação à participação de cada parte envolvida, e como você se posiciona, após o debate, perante as discussões tratadas.

Encaminhando a ação

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 infraver-



melha), 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 (CO_2), o metano ou gás natural (CH_4) e o óxido nitroso (N_2O), entre outros, que causam esse fenômeno. Esses 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 a infravermelha). Isso é o 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 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, não possuem esse mecanismo, fazendo com que durante o dia atinjam temperaturas elevadas, acima de 300°C , e, durante a noite, temperaturas muito reduzidas, abaixo de 150°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 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. Esse efeito estufa indesejável tem alterado consideravelmente a temperatura do globo. A temperatura média da Terra é de 15°C há milhares de anos. Contudo, no último século, houve um aumento de cerca de $0,5^\circ\text{C}$. Alguns pesquisadores atribuem esse aumento à emissão desenfreada de gases (principalmente CO_2 e CH_4) na atmosfera, o que acentua o efeito estufa, aumentando a temperatura global. Por exemplo, o acréscimo da concentração de dióxido de carbono (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 consequências 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. A luz solar, por ser uma onda eletromagnética capaz de atravessar o vidro do carro, incide 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 ultravioleta (UV) emitidos pelo Sol durante o dia, protegendo o ser humano, os animais e as 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 esse 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. Entre as substâncias danosas à camada de ozônio têm-se os óxidos nítricos e nitrosos expelidos pelos exaustores dos veículos e o CO_2 produzido pela queima de combustíveis fósseis, como o carvão e o petróleo. Quando se trata de efeitos destrutivos, quem lidera é o 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 demoram cerca de oito anos para chegar à estratosfera. Nesta etapa, quando atingidos pela radiação ultravioleta, eles se desintegram e liberam cloro. Será esse átomo de cloro que irá romper a molécula de ozônio (O_3), formando monóxido de cloro (ClO) e oxigênio (O_2). Agora, esse monóxido de cloro, ao se combinar com o oxigênio, libera mais átomos de cloro que passam a reagir com outra molécula de ozônio. Ou seja, cria-se uma reação em cadeia, de modo que uma única molécula de CFC pode destruir cem mil moléculas de ozônio. Como o oxigênio é incapaz de proteger o planeta dos raios ultravioleta, formam-se assim os “buracos” na camada, que possibilitam a entrada da radiação UV.

Os alunos podem, por meio das pesquisas para a realização do debate, perceber as diferenças e as relações entre o efeito estufa e a camada de ozônio. Além disso, eles podem avaliar o que é aquecimento global, percebem

do-o como resultado do lançamento excessivo de gases de efeito estufa na atmosfera, sobretudo o dióxido de carbono (CO_2), gases que tornam o planeta cada vez mais quente e não permitem a saída da radiação solar. Com isso é possível 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 desses gases no Brasil. Ao desmatar as florestas, queima-se a madeira que não tem valor comercial, fazendo com que o gás carbônico (CO_2) contido na fumaça oriunda desse incêndio suba para a atmosfera e se acumule com outros gases, aumentando o efeito estufa. Pode-se também trabalhar as várias consequências 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, a 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 desse debate, os alunos serão capazes de se posicionar em relação à interferência do ser humano no meio ambiente.



INDICADORES DE APRENDIZAGEM

Com o encerramento deste tema, espera-se que os alunos estejam aptos a utilizar os conceitos de calor específico e capacidade térmica para explicar fenômenos atmosféricos; identificar a importância da condução, convecção e irradiação em sistemas naturais e fenômenos climáticos. Eles também deverão ser capazes de identificar os processos de troca de calor e as propriedades térmicas das substâncias envolvidas nos diversos fenômenos atmosféricos; compreender os processos de formação de fenômenos climáticos, como chuva, orvalho, geada e neve e compreender as transformações de estado durante o ciclo da água. Os alunos também devem ter condições de avaliar e comparar a quantidade de energia liberada na combustão de diferentes substâncias; analisar o uso de diferentes combustíveis, considerando suas relações com o meio ambiente; com-

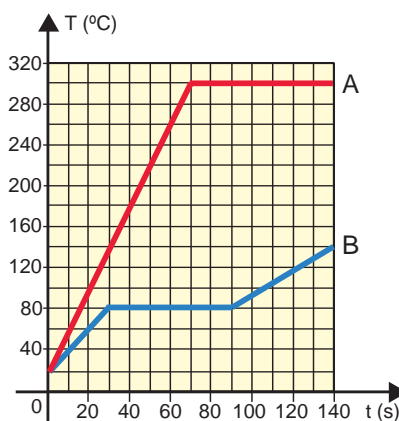
prender o efeito estufa e a camada de ozônio, sabendo diferenciá-los; analisar a relação entre necessidade energética na sociedade e a emissão de gases poluentes na atmosfera.

Os alunos podem ser avaliados, de maneira coletiva ou individual, por meio da execução das experiências propostas ao longo das aulas, bem como pelo uso correto de conceitos físicos e da linguagem culta e científica nas respostas das questões contidas no roteiro e na elaboração de sínteses de observações, análises e soluções. É possível também avaliar a variedade e a qualidade das manifestações dos alunos durante a realização das atividades em termos de sua postura em relação aos colegas e ao professor; de seu envolvimento e de sua compreensão dos procedimentos e conceitos físicos envolvidos nas atividades.

PROPOSTAS DE QUESTÕES PARA APLICAÇÃO EM AVALIAÇÃO

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 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.

1a) Substância B

$$Q = m \cdot L_B \text{ e } Q = Pot. \cdot \Delta t$$

$$\text{logo, } m \cdot L_B = Pot. \cdot \Delta t$$

$$\text{Assim, } 50 \cdot L_B = 20 (90 - 30) \Rightarrow L_B = 24$$

callg

1b)

<i>Esfriar A de 280 °C até 80 °C</i>	<i>Aquecer B até 80 °C</i>
$Q_A = m_A c_A \Delta T_A = 50 \cdot 0,10 \cdot (80 - 280)$	$Q_B = m_B c_B \Delta T = 50 \cdot 0,20 \cdot (80 - 20)$
$Q_A = -1000 \text{ cal}$	$Q_B = 600 \text{ cal}$
$Q = Q_A + Q_B = -1000 + 600 \text{ cal} = -400 \text{ cal}$	

Essa energia será utilizada para a fusão de B:

$$Q = m \cdot L_B \Rightarrow 400 = m \cdot 24 \Rightarrow m = 50/3 \text{ g}$$

Note que a fusão foi parcial. Assim, no final a temperatura será de 80 °C.

1c) A substância B mudou de fase.

$$m_{B(\text{líquido})} = 50/3 \text{ g}$$

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

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 sobrefusão e com isso aumenta a temperatura.
- d) a radiação visível penetra mais facilmente na estufa do que as radiações infravermelhas.



As lonas são mais transparentes às radiações da luz visível que às 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.

PROPOSTA DE SITUAÇÃO 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. Assim os alunos devem ser capazes de:

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

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

- ▶ Para o primeiro tema, é necessário reaplicar o roteiro 3, 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 a eles 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 eles 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 tema, 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 alunos 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 tema, 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 a 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 uma cartilha. Consulte o material produzido pelo NuPIC sobre o tema no site: <<http://nupic.incubdora.fapesp.be/projetos>>.



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

Nos *sites* a seguir, existe material de apoio para complementar o planejamento das aulas. Há quatro espaços particulares para consulta de materiais de ensino que ampliam as discussões propostas em todos os Cadernos:

Sites

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

Espaço de apoio, pesquisa e cooperação de professores de Física para promover projetos e atividades complementares. Engloba diversos materiais de ensino de Física, como banco de teses e trabalhos na área de ensino de Física, eventos e todo material desenvolvido pelo GREF.

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

Site virtual do Núcleo de Pesquisa em Inovação Curricular da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP). Contém

seqüências de ensino, propostas de atividades, objetos virtuais de aprendizagem, vídeos sobre atividades e montagens experimentais. Na página principal, o item PCSP contém material específico para algumas Situações de Aprendizagem dos Cadernos desta coleção.

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

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

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

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



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 entender o clima e suas mudanças fecham este Caderno.

A fim de que o aprendizado se torne mais significativo e as aulas mais estimulantes, as atividades propostas sempre buscam considerar o cotidiano do aluno. O intuito é fazer com que o ensino da Física seja capaz de fornecer elementos que permitem a construção de uma nova leitura do mundo, apresentando aos alunos uma forma de olhar para os fenômenos presentes no dia-a-dia de maneira bastante diversa do que estão acostumados. Longe de usar o cotidiano como mera contextualização, o objetivo principal é fazer com que a Física seja apresentada como um instrumento de entendimento e compreensão dos mistérios do Universo.

O caminho conceitual traçado ao longo deste Caderno permite o aprofundamento do estudo do calor como energia, possibilitando explorar conteúdos e procedimentos relacionados à equivalência entre trabalho mecânico e calor e à conservação da energia e entropia, temas que serão abordados no próximo bi-

mestre. Assim, além de fornecer elementos essenciais para a leitura de inúmeros fenômenos térmicos presentes no cotidiano, este Caderno permite construir a ponte para a introdução e a discussão de conteúdos. Estes possibilitam entender situações importantes da vida moderna, como o impacto das máquinas a vapor na Revolução Industrial, o funcionamento dos motores a combustão e as necessidades para a produção de energia em grande escala.

Caso perceba que os experimentos sejam de difícil acesso para os alunos, sendo impossível que cada grupo disponha dos materiais experimentais necessários para a realização das atividades, em último caso, faça-os de maneira demonstrativa. Todavia, lembre-se sempre de fazê-los de modo que todos os alunos possam observar e entendam o processo experimental, desde o porquê do arranjo e o levantamento de hipóteses até a análise dos resultados e a síntese das observações. Até nesta situação de demonstração as competências leitora e escritora devem ser almejadas.

Por fim, é preciso ficar claro que as Situações de Aprendizagem propostas neste Caderno devem, necessariamente, ser utilizadas de maneira adaptada às condições nas quais se encontram sua escola e sala de aula. Além disso, como qualquer material didático, este Caderno não é autossuficiente e necessita ser complementado por outros materiais de apoio ao professor, como os livros didáticos de sua preferência.

Bom trabalho!



 *Anotações*

The image shows a spiral-bound notebook page with horizontal ruling lines. The page is mostly blank, with the word 'Anotações' (Notes) written in a cursive font at the top left, accompanied by a small pencil icon. The spiral binding is visible on the right side of the page.

