

2ª SÉRIE

ENSINO MÉDIO
Caderno do Aluno
Volume 1

FÍSICA

Ciências da Natureza

Nome: _____

Escola: _____

Distribuição gratuita,
venda proibida



GOVERNO DO ESTADO
SÃO PAULO

Secretaria da Educação



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO

MATERIAL DE APOIO AO
CURRÍCULO DO ESTADO DE SÃO PAULO

CADERNO DO ALUNO

FÍSICA

ENSINO MÉDIO

2ª SÉRIE

VOLUME 1

Nova edição

2014-2017

São Paulo

Governo do Estado de São Paulo

Governador

Geraldo Alckmin

Vice-Governador

Guilherme Afif Domingos

Secretário da Educação

Herman Voorwald

Secretário-Adjunto

João Cardoso Palma Filho

Chefe de Gabinete

Fernando Padula Novaes

Subsecretária de Articulação Regional

Rosania Morales Morroni

**Coordenadora da Escola de Formação e
Aperfeiçoamento dos Professores – EFAP**

Silvia Andrade da Cunha Galletta

**Coordenadora de Gestão da
Educação Básica**

Maria Elizabete da Costa

**Coordenadora de Gestão de
Recursos Humanos**

Cleide Bauab Eid Bochixio

**Coordenadora de Informação,
Monitoramento e Avaliação
Educacional**

Ione Cristina Ribeiro de Assunção

**Coordenadora de Infraestrutura e
Serviços Escolares**

Ana Leonor Sala Alonso

**Coordenadora de Orçamento e
Finanças**

Claudia Chiaroni Afuso

**Presidente da Fundação para o
Desenvolvimento da Educação – FDE**

Barjas Negri

Caro(a) aluno(a),

Depois de estudar, de uma forma geral, os movimentos e suas leis de conservação, você será apresentado aos estudos de fenômenos relacionados à temperatura e ao calor.

Os trabalhos serão iniciados com um levantamento de seus conhecimentos prévios sobre esses dois assuntos. Então, você vai estudar, de forma mais sistematizada, o conceito de temperatura de acordo com um modelo conhecido como “cinético-molecular”.

Na sequência, você será apresentado à definição de calor como energia em trânsito e poderá estudar como acontece a troca de calor entre os corpos. Compreenderá também conceitos científicos como capacidade térmica, calor específico e calor de combustão, relacionando-os a fenômenos que ocorrem no planeta em escala global, como aqueles referentes ao clima. Isso lhe dará condições de ampliar seus conhecimentos sobre as brisas marítimas, ventos, chuva, geada, orvalho, situações relacionadas a temperaturas muito baixas e o tão comentado efeito estufa.

Você também vai explorar a relação do calor com outro tipo de energia: a mecânica (cinética e potencial). Essas relações mostram a possibilidade de converter um tipo de energia em outro e levam ao estudo das máquinas térmicas – e, conseqüentemente, ao estudo da Primeira Revolução Industrial, no século XVIII.

Você também estudará os princípios básicos, os ciclos de funcionamento, a potência e o rendimento de dois tipos de máquinas térmicas: aquelas em que o calor tem um sentido de fluxo espontâneo (como a turbina a vapor e os motores a combustão) e aquelas em que o calor não apresenta um sentido de fluxo espontâneo (como os refrigeradores). As duas leis da termodinâmica vão permear todo esse estudo.

A primeira Lei da Termodinâmica trata da conservação de energia e afirma que todo processo é possível desde que a energia total se conserve. A segunda – que em seus diversos enunciados aparece “limitando” as possibilidades dos processos – mostra que, embora os processos sejam possíveis do ponto de vista da conservação de energia, a probabilidade de que eles ocorram é muito pequena. Portanto, na prática, são impossíveis: a mudança de sentido do fluxo espontâneo de calor, a conservação de energia sem considerarmos sua degradação ou a possibilidade de uma máquina térmica atingir 100% de rendimento.

Com esse aprendizado você enriquecerá seus argumentos para discutir e compreender questões atuais, como a preservação e a sustentabilidade das condições de vida no nosso planeta, o avanço e o desenvolvimento da tecnologia e a interação do ser humano com a natureza e suas conseqüências.

Este Caderno propõe atividades práticas de investigação, pesquisa de campo e entrevistas, consultas a *sites*, livros e revistas, com atenção à evolução de modelos teóricos, a conceitos físicos e à linguagem matemática necessários ao domínio dos conhecimentos propostos nesta etapa de sua vida escolar. Todas as atividades serão coordenadas e orientadas por seu professor. Aproveite ao máximo as informações a que você terá acesso para se tornar um cidadão atuante.

Bom estudo!

Equipe Curricular de Física
Área de Ciências da Natureza
Coordenadoria de Gestão da Educação Básica – CGEB
Secretaria da Educação do Estado de São Paulo

TEMA 1:

FENOMENOLOGIA: CALOR, TEMPERATURA E FONTES



© Maryn Goddard/Corbis/LatinStock

Como está o dia hoje? Está calor? Está frio? E a roupa que você está usando? É um agasalho pesado, quentinho, ou uma camiseta fresquinha, leve? Certamente, você utiliza termos como **quente**, **frio**, **calor** e **temperatura** em diversas situações de seu dia a dia. Eles surgem quando queremos nos referir a roupas, clima, comidas etc.

Acontece que não fazemos uma distinção clara dos significados desses termos; na maioria das vezes, usamos as palavras **calor** e **temperatura** como se tivessem o mesmo sentido. Será que elas têm o mesmo significado? Será que eles se referem às mesmas coisas, aos mesmos fenômenos? Para responder a essas perguntas, é preciso que você entenda o que é o calor.

O calor está profundamente ligado a todos os processos naturais e artificiais presentes em nossa vida e, de maneira direta ou indireta, você sempre o encontra. Entendê-lo permite que você compreenda como esse conceito tem a ver com o que se passa em sua casa, nas indústrias e na própria natureza.

Assim, será por meio da Física Térmica que você começará a estudar, a partir de discussões interessantes, fenômenos e sistemas que envolvem a troca de calor, que será possível entender o que são esses conceitos, suas relações com nosso corpo e com o meio ambiente, além de investigar as propriedades térmicas dos mais diferentes materiais.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1

PROBLEMATIZANDO E CLASSIFICANDO: CADÊ O CALOR?



© Takao Onozato/amanaimages/Corbis/LatinStock

Na maioria das vezes, quando falamos algo relacionado ao calor ou ao frio, usamos frases do tipo: *Estou com um calor danado!*; *Este cobertor é quentinho*; *Hoje está muito frio* etc. A fim de entender melhor o que ocorre quando falamos de processos térmicos, faça a atividade a seguir.



PESQUISA DE CAMPO

1. Liste, pelo menos, vinte termos, processos ou situações que tenham alguma relação com calor ou com temperatura.

2. Quais características dos elementos que você listou os associam a processos térmicos (algo que esquentam ou esfria)? Por exemplo, nossas mãos se esquentam quando as esfregamos, ou nossa pele molhada com álcool se resfria quando a sopramos.

3. Identifique sistemas naturais e tecnológicos nos quais exista alguma relação com calor e temperatura.

4. Agora use os elementos de sua lista para preencher a tabela a seguir.

Substâncias e materiais	Processos e fenômenos	Máquinas, aparelhos e sistemas naturais

A Física Térmica no dia a dia

Com certeza você já utilizou a expressão sentir frio, ou já disse que um cobertor esquenta mais que um lençol, não é mesmo? Mas será que isso é verdade? Existe mesmo o frio, como se fosse “algo” oposto ao calor? E o cobertor ou o agasalho, eles realmente nos esquentam? A Física Térmica pode contribuir para que você perceba e entenda todos esses elementos e processos que envolvem calor e temperatura.

Para responder a essas e outras perguntas, será preciso que você entenda uma série de elementos da Física Térmica. Como ficará claro ao longo das aulas, a beleza da Física está em nos fazer observar o mundo de outra maneira, levando-nos além das aparências, convidando-nos a pensar de uma forma totalmente diferente da que estamos acostumados. Dessa forma, por exemplo, veremos que um cobertor não esquenta, mesmo que, no dia a dia, falemos o contrário.

Da mesma forma, usamos os termos calor e temperatura como se significassem a mesma coisa. Mas o que essas palavras significam? Elas indicam a mesma coisa? Essas e outras perguntas que você deve estar se fazendo serão respondidas ao longo das aulas.

Agora, escreva o que você entende dessas palavras.

1. O que significa calor? _____

2. O que significa temperatura? _____

3. O que a Física Térmica estuda? _____



LIÇÃO DE CASA



Você deverá fazer uma pesquisa e trazê-la para a próxima aula. Assim, leia as instruções e as dicas da Pesquisa de Campo da Situação de Aprendizagem 2 e realize as atividades necessárias.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 2 ESTIMANDO TEMPERATURAS

Em diversas situações cotidianas, é preciso saber se algo está quente ou frio. Por exemplo, em um dia de verão, é sempre bom tomar água ou refrigerante geladinhos. Mas quão gelados eles estão? Ou seja, qual é a temperatura ideal de um refrigerante bem gelado? Será $2\text{ }^{\circ}\text{C}$, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$?

E no inverno, qual será a temperatura de um copo de café bem quente? $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, $40\text{ }^{\circ}\text{C}$? Ou imagine a seguinte situação: você chega em casa ou em um hotel e deseja tomar um banho bem quente usando um aquecedor automático ou regula a temperatura usando um termostato. Que temperatura é mais apropriada para entrar na água? $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ou $70\text{ }^{\circ}\text{C}$?

Perceba como raramente paramos para pensar quão quentes ou frias estão várias “coisas” com as quais lidamos todos os dias. Na atividade seguinte, você terá de descobrir a temperatura de “coisas” que, certamente, não encontramos no nosso cotidiano, mas que fazem parte do universo em que vivemos.

© Thomas Roesple/cruih/Corbis/LatinStock



PESQUISA DE CAMPO

Responda a essas perguntas: quais são as temperaturas típicas de um forno caseiro? E do forno de uma siderúrgica? Qual é a temperatura de uma formiga? E de um elefante?

Difícil responder, não é?

Nesta atividade, você pesquisará temperaturas típicas de 20 diferentes elementos, os instrumentos de medida utilizados para cada um deles e como se realizam tais medições.



Dica!

Seguem alguns exemplos de itens para ajudar na sua pesquisa, mas fique à vontade para incluir outros elementos que encontrar: corpo humano, golfinho, fotosfera solar, diferentes profundidades e pontos na superfície do planeta Terra, superfície do planeta Marte, filamento de uma lâmpada, lâmpada fluorescente, forno metalúrgico, forno doméstico, interior da geladeira doméstica, congelador, água do banho em dia frio, interior de um iglu, dia muito quente e dia muito frio.

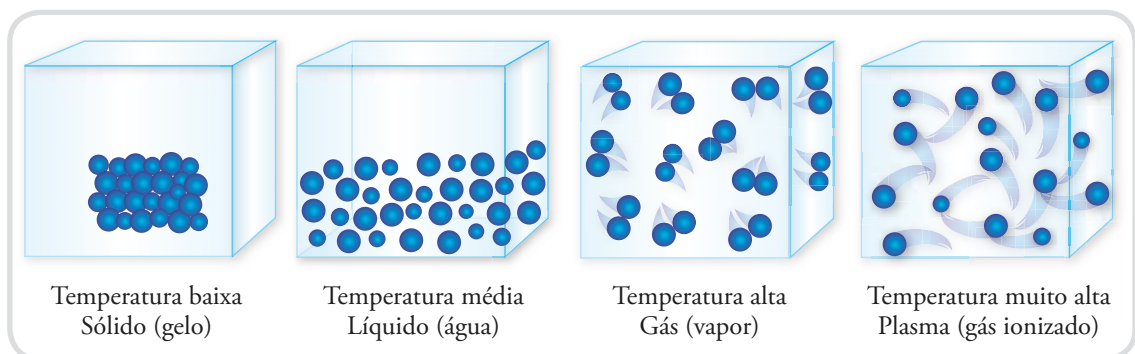


Leitura e análise de texto

Modelo cinético-molecular

A temperatura é uma grandeza física que informa o quanto um objeto está frio ou quente. Ou seja, quanto maior a temperatura, mais quente está o objeto. Ainda que pareça simples, o conceito de temperatura é bastante complicado.

Para que você comece a entender o que é a temperatura, será preciso conhecer um modelo teórico dos átomos e moléculas. Esse modelo considera que a matéria é formada por moléculas, que diferem umas das outras pelos átomos que as constituem.



Representações dos quatro estados da matéria.

Cada substância é formada por moléculas diferentes, que por sua vez são constituídas por diferentes átomos que as caracterizam. Essas moléculas não ficam paradas, elas se movimentam continuamente, de forma caótica e desordenada, sempre interagindo ou colidindo quando estão muito próximas umas das outras.

A temperatura é, então, a grandeza que reflete em média o movimento aleatório das moléculas que formam um corpo qualquer. Quanto mais “agitadas” estão as moléculas e os átomos de uma substância, maior é a sua temperatura. A temperaturas muito altas, dá-se a separação entre os átomos que as constituem, e as moléculas podem se separar, ou seja, elas se decompõem, podendo também liberar elétrons e se ionizar, sendo o estado resultante denominado *plasma*.

Elaborado por Guilherme Brockington especialmente para o São Paulo faz escola.

1. Explique o que a temperatura de um corpo indica.

2. Coloque em ordem crescente de temperaturas: a chama do gás de cozinha, o corpo humano, o óleo em que batatas estão sendo fritas, a água fervendo e a água do mar.



VOCÊ APRENDEU?



1. Explique como você entende a relação entre a temperatura de um corpo e a agitação de suas moléculas.

2. Qual é a relação entre temperatura e as sensações de quente e de frio?

3. Existe temperatura mínima? Justifique.



LIÇÃO DE CASA



Pesquise na biblioteca de sua escola ou na internet para resolver as questões.

1. Escreva quais são as escalas termométricas mais usadas no mundo e qual é a origem de cada uma delas.

2. Como se converte a temperatura de uma escala para outra? Explique.

3. Quais são os estados da matéria? Descubra o que caracteriza cada um desses estados e como distingui-los.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3 CONSTRUINDO UM TERMÔMETRO

Ao assar um bolo, precisamos saber a temperatura do forno. Da mesma forma, para armazenar alimentos perecíveis em um supermercado, é preciso controlar a temperatura do balcão refrigerado.

Também precisamos medir a temperatura de nosso corpo para saber se estamos com febre. Ou seja, em diversas situações de nossa vida é preciso que saibamos a temperatura de algo. Assim, antes de começar esta atividade, tente listar três dessas situações.



© S. T. Yap/Corbis/LatinStock

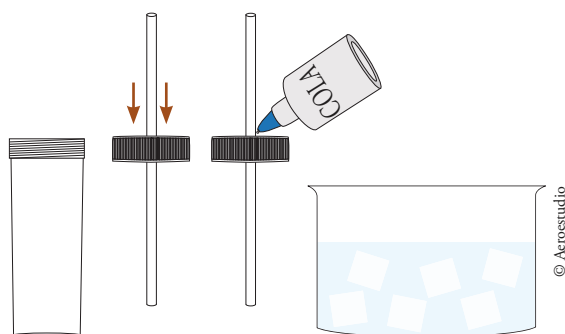


ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

Como se realiza a medida de temperatura? Como os termômetros funcionam? Para responder a essas perguntas e aprofundar a compreensão do conceito de temperatura e das propriedades térmicas de diferentes materiais, você vai construir um termômetro caseiro. Organize o material e siga as instruções para sua construção.

Materiais

- pote plástico transparente para guardar filme fotográfico (ou de remédio, mas com tampa que vede bem);
- tubo transparente (ou tubo capilar) ou cano fino de plástico (entre 2 e 4 mm de diâmetro de espessura);
- cola;
- corante;
- álcool comum 96 °GL;
- vasilha com água e gelo.



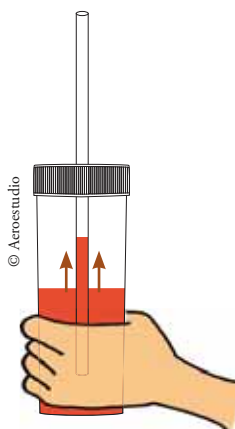
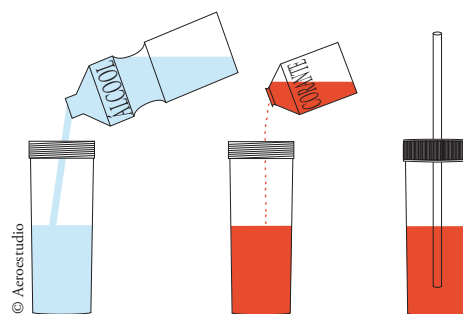
Mãos à obra!

1. Na tampa do pote, faça um furo com o diâmetro do tubo transparente e encaixe-o na tampa.
2. Certifique-se de que está bem vedado, passando um pouco de cola na junção entre eles.

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

Atenção!

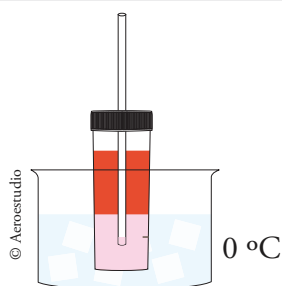
É preciso vedar muito bem o pote, pois, do contrário, o experimento não vai funcionar!



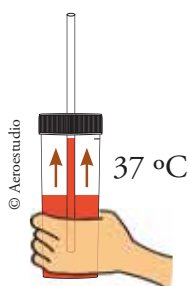
5. Segure o pote com as mãos e observe o que acontece. Você verá uma coluna de álcool subindo pelo tubo.



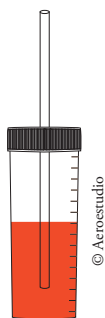
6. Para fazer que a coluna de álcool desça, basta diminuir a temperatura do pote. Para isso, passe nele um algodão com álcool e assopre-o.



7. 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 vai corresponder à temperatura de equilíbrio com o gelo fundente ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$).



8. 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. Essa altura corresponderá aproximadamente à temperatura corporal ($37\text{ }^{\circ}\text{C}$).



9. 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 distância vai 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 conseguir.



Pronto!

Você acaba de construir um termômetro similar aos que são vendidos na farmácia. O funcionamento é o mesmo, o que muda é o material que foi usado para construí-lo.

1. Antes de usar seu termômetro, responda à seguinte questão: será que os valores obtidos por um termômetro comercial serão muito diferentes dos que você obtém com seu termômetro caseiro? Justifique sua resposta.

2. Agora, 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. Escreva a seguir os valores encontrados.

3. Será possível melhorar a sensibilidade e a precisão de seu termômetro? O que você acha que deve ser feito?

4. Observe algo interessante: segure o pote pela parte vazia. O que você acha que vai acontecer com a velocidade de aumento da coluna de líquido? Ela subirá mais rápido ou mais devagar do que quando você segura o pote pela parte cheia de álcool? Por quê?

5. Pare e tente responder: por que, ao calibrar seu termômetro, a coluna de álcool aumenta quando sua mão entra em contato com ele?



Leitura e análise de texto

Dilatação térmica

Quando sua mão entra em contato com o termômetro, o álcool que o constitui ganha energia, o que faz aumentar a energia cinética de suas moléculas. Esse aumento de energia eleva a vibração das moléculas, aumentando a distância média entre elas, por isso a coluna de álcool muda de tamanho. Perceba que é em razão das propriedades térmicas dos diferentes materiais que podemos utilizá-los como instrumentos de medida de temperaturas.

Simplificando, podemos dizer que, quanto maior a temperatura de um corpo, maior será a agitação das moléculas. Mas se as moléculas têm uma agitação maior, elas não vão precisar de mais espaço para se mover? Imagine, por exemplo, um casal dentro de um elevador pequeno. Eles conseguiriam dançar coladinhos uma música romântica sem esbarrar em nada, correto? Mas os dois conseguiriam dançar axé dentro do elevador sem esbarrar em nada? Provavelmente não, já que uma dança mais “agitada” precisa de mais espaço para ser executada.

Algo similar ocorre com as moléculas: conforme aumentamos sua agitação, elas precisam de mais espaço para “dançar” e isso faz com que cada uma empurre as demais. Se, por exemplo, cada molécula começa a utilizar o dobro do espaço, o corpo constituído de tais moléculas também ocuparia o dobro do espaço.

Portanto, com o aumento da agitação das moléculas, o corpo aumenta de tamanho, ou seja, é dilatado. Como a agitação das moléculas está relacionada com a temperatura do corpo, chamamos esse fenômeno de dilatação térmica.

Elaborado por Guilherme Brockington especialmente para o São Paulo faz escola.

1. Considere que um material com um buraco no meio sofre dilatação térmica. O que acontecerá com o tamanho desse buraco? Justifique.

2. Se a temperatura de um corpo diminuir, o que vai ocorrer com o seu volume? Justifique.



Saiba mais!

O termômetro que construímos utiliza a variação do volume para a determinação da temperatura. Entretanto, existem outros instrumentos que permitem determinar a temperatura de maneiras diferentes. Alguns deles são:

- Pirômetro: determina a temperatura dos objetos por meio da radiação infravermelha emitida por eles. É usado para medir altas temperaturas e tem a vantagem de não tocar no objeto cuja temperatura está medindo.
- Termopar: funciona por meio da junção de dois metais (o par). Para diferentes temperaturas, a junção gera diferentes tensões elétricas.
- Termorresistência: funciona relacionando a temperatura com a resistência elétrica. A resistência elétrica das ligas metálicas se altera com a variação da temperatura.
- Termistor: funciona de maneira similar às termorresistências, entretanto, é constituído de semicondutores.

Basicamente, qualquer propriedade física que sofre alteração com a temperatura pode ser usada para a construção de um termômetro. Mas, para isso, é necessário que saibamos expressar essa relação matematicamente.



VOCÊ APRENDEU?



1. Por que temos que vedar bem o termômetro que construímos?

2. O que realmente se mede com um termômetro?

3. Por que precisamos de diferentes instrumentos para medir a temperatura de nosso corpo, de um forno doméstico e do forno de uma siderúrgica?



LIÇÃO DE CASA



1. Pesquise na biblioteca de sua escola ou na internet o que é, como se calcula e exemplos de: dilatação linear, dilatação superficial, dilatação volumétrica e dilatação aparente.

2. Leia o roteiro da Pesquisa de campo da Situação de Aprendizagem 4 e realize as pesquisas necessárias.

O que eu aprendi...





SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 4 REGULANDO A TEMPERATURA



© Stacy Morrison / Corbis / Latinstock

No dia a dia, em inúmeras situações, precisamos controlar a temperatura. Já aprendemos sobre instrumentos que servem para medi-la, mas como podemos controlar a temperatura? Para responder a essa pergunta, execute as tarefas propostas no decorrer desta Situação de Aprendizagem.



PESQUISA DE CAMPO

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

2. Traga para a sala de aula um dispositivo que controla a temperatura e apresente-o para a turma. Para conseguir esse dispositivo, recorra a eletricitas, farmacêuticos, mecânicos de carro, reparadores de eletrodomésticos etc.
3. Procure identificar como esse controle da temperatura é realizado, relacionando-o com o que estudamos até o momento. Após o término da atividade, escreva um relatório, sintetizando o que você observou e aprendeu sobre o dispositivo estudado.



Leitura e análise de texto

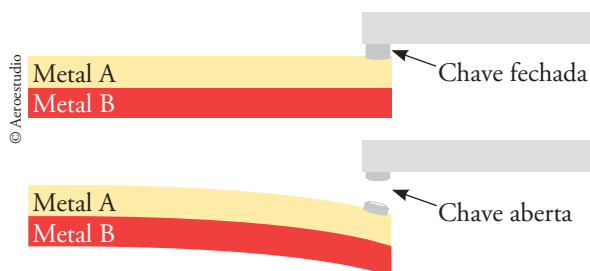
Controle de temperatura

Em nosso cotidiano, o controle da temperatura é algo fundamental. No chuveiro elétrico, ao controlarmos a temperatura do banho abrindo mais ou menos a torneira, regulamos a quantidade de água e, consequentemente, sua temperatura.

Também é preciso um controle da temperatura corporal. Isso é feito pelo próprio corpo, por meio da transpiração e da circulação sanguínea, quando em situações normais, ou com a ajuda de medicamentos, quando temos febre.

Equipamentos como o ferro de passar, a geladeira e os motores dos veículos também precisam de controle de temperatura. Nesses casos, o controle de temperatura utiliza uma lâmina bimetálica ou outros dispositivos termostáticos.

No caso da lâmina bimetálica, quando é aquecida, um dos metais dilata mais que o outro, fazendo com que ela se curve e funcione como uma chave. Por exemplo, se a temperatura aumenta demais, ela se curva, desligando o equipamento ou ligando a refrigeração, como no caso dos motores dos veículos.



Elaborado por Guilherme Brockington
especialmente para o São Paulo faz escola.

1. Por que é importante o controle da temperatura?

2. Como funciona a lâmina bimetálica?

3. Por que diferentes tipos de metal não podem ser misturados para fazer as estruturas de um prédio?



O que é o suor e por que o produzimos?

O suor é a forma pela qual o corpo humano dissipa o excesso de calor produzido pelo esforço muscular ou pelo metabolismo. Isso significa que transpiramos quando realizamos uma atividade física, quando a temperatura do ar aumenta, ou quando nosso corpo responde a um estímulo nervoso. Assim, o estado físico e emocional de uma pessoa influencia no quanto ela vai suar.

Como a transpiração nos refresca? O excesso de calor é removido quando o suor evapora da superfície da pele, já que para evaporar ele precisa de determinada quantidade de calor, que é retirada do corpo, diminuindo assim sua temperatura.

Processo semelhante ocorre quando as pessoas estão nervosas ou com medo. Isso porque, aumentando a atividade do sistema nervoso, aumenta a secreção de uma substância chamada epinefrina, que atua em nossas glândulas sudoríparas, principalmente as existentes nas palmas das mãos e axilas, produzindo suor.

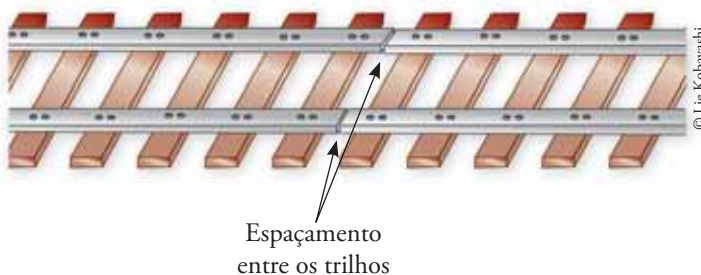


VOCÊ APRENDEU?



1. Como o ser humano mantém sua temperatura corporal?

2. Por que os trilhos da malha ferroviária não são contínuos, mas têm intervalos com espaçamento entre eles?



3. Dê exemplos de três situações em que a temperatura deve ser controlada.



LIÇÃO DE CASA



1. Pesquise na biblioteca de sua escola ou na internet qual é a maior e a menor temperatura que o corpo humano consegue suportar. Pesquise ainda o que ocorre quando esses limites são ultrapassados.

2. Por que é importante manter a temperatura corporal?

3. Leia o roteiro da Pesquisa de Campo da Situação de Aprendizagem 5 e realize as pesquisas necessárias.



PARA SABER MAIS

Você pode aprofundar o que foi estudado até agora acessando os *sites*: <<http://www.labvirt.fe.usp.br>> e <<http://rived.mec.gov.br/>> (acesso em: 27 maio 2013). Neles, você encontrará animações, textos e simulações que irão auxiliá-lo em seu estudo. Na seção de busca, digite termos que apareceram em seu estudo, como calor, temperatura, dilatação etc.

TEMA 2:

TROCAS DE CALOR E PROPRIEDADES
TÉRMICAS DA MATÉRIA

Inverno... Sentimos logo aquele “frioquinho” chegando... Garoa, chuva... Ainda bem que aqui no Brasil não neva. Imagine o frio que seria! Teríamos sempre que usar aquele agasalho mais quente. Mas espere um pouco... Agasalho esquentar? E o gelo, é ele que nos “passa” o frio? Essas e outras perguntas dizem respeito aos processos térmicos existentes nas trocas de calor e aos efeitos causados por elas.

Neste tema, você vai analisar as propriedades térmicas de materiais e os processos térmicos do seu dia a dia. Esses estudos permitirão que você aprofunde seu conhecimento sobre a diferenciação entre calor e temperatura, que iniciamos no tema anterior.

Além disso, compreender as trocas de calor possibilita que você entenda desde a formação do gelo em volta dos congeladores nas geladeiras até as diferentes sensações térmicas ao pisar descalço em um piso de madeira ou de ladrilho.

Até aqui, só falamos de calor... Então, para começar, cadê o frio?

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

Será que a Física está presente até na cozinha de sua casa? Artefatos simples, como uma panela, por exemplo, podem nos revelar muito sobre a natureza do calor e sobre os modelos que a Física cria para que possamos entendê-lo.

Você duvida? Então responda: por que as panelas são feitas de metal? Por que elas têm cabo de plástico ou de madeira? As respostas a essas perguntas nos revelam como se dá o comportamento dos materiais em relação à condução térmica.



PESQUISA DE CAMPO

Por meio das discussões que faremos agora, você perceberá o que difere calor de temperatura. Para isso, em casa, vá até a cozinha, olhe à sua volta e anote em seu caderno alguns itens diretamente relacionados ao calor. Observe bem esses itens e responda, para cada um deles, às seguintes questões.

1. O que produz calor?

2. O que transmite calor?

3. O que é usado para manter a temperatura?

4. O que retira calor?

5. E o frio? Cadê o frio?

6. Agora, com o professor e os colegas, classifique os elementos que você listou na tabela a seguir.

Fontes de calor	Materiais bons condutores de calor	Materiais isolantes ou maus condutores de calor



Leitura e análise de texto

Calor e temperatura

Sabemos que queimaremos a mão se a colocarmos sobre uma chama. Da mesma forma, ao observar os utensílios em uma cozinha, sabemos o que ocorre quando se coloca uma panela em contato com a chama do fogão. É fácil perceber que as fontes de calor fornecem energia, contribuindo para o aumento da temperatura de seu entorno, e as fontes de calor não são apenas as chamas.

Qualquer corpo pode ser considerado uma fonte de calor quando se relaciona com outro corpo que apresenta temperatura menor que a dele. Por isso, na Situação de Aprendizagem 3, em que você constrói um termômetro, sua mão é uma fonte de calor quando você a coloca em contato com ele. É ela que cede calor ao álcool, aumentando sua temperatura e, conseqüentemente, fazendo a coluna do líquido aumentar de tamanho.

Isso significa que, quando dois corpos estão em contato, o mais quente cede calor para o mais frio, algo que ocorre, por exemplo, com o cabo metálico de uma panela que está no fogo. Por isso os cabos devem ser feitos de material isolante. Isso também ocorre quando entre os corpos há um fluido, como ar ou água. Nesse caso, o calor é trocado por meio do movimento do fluido em razão de uma diferença em sua densidade (a água fervendo em uma panela é um bom exemplo).

E, mesmo 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. Esses são processos distintos e todos dizem respeito ao calor e às suas trocas.

Se você já entendeu o conceito de temperatura como agitação das moléculas e dos átomos que constituem uma substância, pode então compreender que, quando um corpo “recebe calor” trocado por diferença de temperatura, a energia cinética de suas moléculas e de seus átomos aumenta, elevando, conseqüentemente, sua temperatura.

No sentido oposto, um corpo, ao “ceder calor”, perde energia, reduzindo a energia de movimento das moléculas, o que diminui sua temperatura. Ou seja, nos processos de troca de calor, os sistemas mais quentes (maior temperatura) cedem energia (calor) aos mais frios (menor temperatura), de forma que o grau de aquecimento de um objeto é caracterizado quantitativamente por sua temperatura. Assim, o calor deve ser compreendido como uma forma de transferência de energia entre sistemas por conta das diferenças de temperatura.

Para tornar mais clara a diferença entre calor e temperatura, imagine o que ocorre ao colocarmos uma garrafa de refrigerante gelado numa vasilha com água à temperatura ambiente. Por estar a uma temperatura maior, a água da vasilha cede calor à garrafa, de modo que, enquanto sua temperatura diminui, a da garrafa de refrigerante aumenta. Isso ocorre até que haja equilíbrio entre suas temperaturas. Isso também acontece ao se colocar gelo em uma bebida qualquer.

Perceba então que não é o frio que sai do gelo! Pelo fato de estar a uma temperatura mais baixa que a da bebida, o gelo recebe calor desse líquido, que resfria! Assim, no inverno, ao estar diante de uma corrente de ar, fisicamente não poderíamos dizer: *Nossa, está entrando um frio danado aqui!*. É o nosso corpo que, por apresentar uma temperatura mais elevada que a do ambiente, cede calor ao ar, diminuindo nossa temperatura.

Nesse sentido, você pode conjecturar por qual razão um refrigerador ou uma garrafa térmica precisam ser bem vedados para não facilitar trocas com o ambiente.

Elaborado por Guilherme Brockington especialmente para o São Paulo faz escola.

1. Desenhe as moléculas de certa substância nas temperaturas: $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $300\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$-30\text{ }^{\circ}\text{C}$	$50\text{ }^{\circ}\text{C}$	$300\text{ }^{\circ}\text{C}$

2. Por que não é correto dizer que um cobertor esquenta? Explique fisicamente o que ocorre quando, em um dia frio, nos cobrimos com um cobertor.

3. Dois corpos A e B são colocados em contato. Em cada item, diga qual corpo cede e qual recebe calor.
- a) A tem $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ e B tem $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- b) A tem $33\text{ }^{\circ}\text{C}$ e B tem $40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- c) A tem $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ e B tem $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4. Qual é a diferença entre calor e alta temperatura?

5. Sabe-se que o corpo A recebe calor do corpo B e está em equilíbrio com o corpo C. Se o corpo C doa calor para o corpo D, e está em equilíbrio com o corpo E, que troca de calor ocorre entre:

a) A e C: _____

b) A e D: _____

c) A e E: _____

d) B e D: _____

e) B e E: _____



VOCÊ APRENDEU?



1. O que é o frio?

2. Qual é a relação entre frio e calor?



LIÇÃO DE CASA



Pesquise na biblioteca de sua escola ou na internet qual é a Lei Zero da Termodinâmica e qual é a relação entre essa lei e a troca de calor entre dois corpos.



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



ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

Nesta atividade, você compreenderá alguns processos de troca térmica que ocorrem cotidianamente. Serão três experimentos muito fáceis de serem realizados e que possibilitarão entender inúmeros eventos que ocorrem no dia a dia.

Calor em trânsito	Materiais	
Conduzindo	• velas; • pedaço de arame com aproximadamente 30 cm; • alicate.	© Lie Kobayashi
“Convectando”	• vela; • linha; • folha de papel; • tesoura.	© Lie Kobayashi
Irradiando	• vela.	© Lie Kobayashi



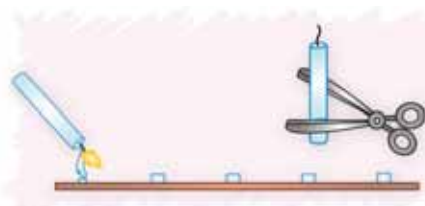
Atenção!

Tenha cuidado ao manusear o alicate, a tesoura e a vela acesa.

Mãos à obra!

Conduzindo

1. Corte uma vela em pequenos pedaços. Acenda outra e use a parafina derretida como uma “cola” para fixar os pedacinhos de vela no arame em intervalos regulares.
2. Segure uma das extremidades do arame com um alicate e coloque a chama da vela na outra extremidade. Mantenha a vela aquecendo o arame por algum tempo e observe o que acontece.



© Lie Kobayashi

Interpretação e análise dos resultados

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

Mãos à obra!

“Convectando”

1. Desenhe na folha uma espiral que utilize a maior parte do papel.
3. Amarre a linha no início da espiral e pendure-a a cerca de 50 cm do chão, de forma que ela possa girar livremente.



© Lie Kobayashi

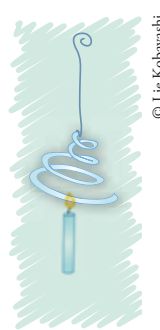
2. Corte-a de modo a formar uma espécie de “cobra”.
4. Coloque a vela acesa sob seu “móbile”, mantendo uma distância segura para não queimá-lo. Observe o que acontece.



© Lie Kobayashi



© Lie Kobayashi



© Lie Kobayashi

Interpretação e análise dos resultados

1. Relate o que ocorreu com o móbile. Explique o ocorrido.

2. Relate acontecimentos ou fenômenos que você observa em seu dia a dia que parecem estar relacionados com essa experiência.

Mãos à obra!

Irradiando

Esta experiência é bastante simples!

Acenda a vela e aproxime suas mãos, sem tocar na chama. Observe o que acontece.

Interpretação e análise dos resultados

1. Procure relatar o que ocorreu descrevendo como o calor foi transferido para suas mãos.

2. Relate acontecimentos ou fenômenos que você observa em seu dia a dia que parecem estar relacionados com essa experiência.



Leitura e análise de texto

Processo de troca de calor

No primeiro experimento realizado, a haste metálica esquenta como um todo, ainda que somente sua ponta tenha contato direto com a chama. Isso mostra que o calor se propagou pelo material que a constitui. Mas como será que isso acontece? Você pode responder a essa pergunta por meio do que aprendeu até agora sobre calor, temperatura e modelo microscópico da matéria.

Condução

O processo de condução, evidenciado nesse experimento, revela como o calor se propaga nos corpos sólidos. Se você fixar com parafina (vela derretida) uma série de cliques em uma haste metálica, como na imagem ao lado, as moléculas da parte da haste metálica em contato com a chama ganham calor da chama, por ela apresentar uma temperatura maior que a da haste. Esse ganho de energia faz que as moléculas passem a vibrar mais, já que o calor se transformou em energia cinética extra das moléculas.



© Andrew Lambert Photography/SPL/LatinStock

Assim, a energia 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. Com o passar do tempo, a parafina que fixa os cliques vai derreter, e os cliques se soltarão da direita para a esquerda.

Convecção

Os líquidos e os gases também são formados por moléculas; porém, diferentemente dos sólidos, essas moléculas não apresentam estruturas estáveis. Num líquido, as moléculas se movimentam de forma mais livre que nos sólidos, mas estão restritas a um volume definido e sua forma varia com a do recipiente que o contém. Já os gases têm suas moléculas movimentando-se ainda mais livremente que nos líquidos, ocupando todo o espaço disponível, e não possuem forma nem volume definidos.

Assim, por estarem mais “livres”, a propagação do calor nos líquidos e nos gases quase não ocorre por condução. O funcionamento do “móvil” é então explicado pelo processo de convecção. As camadas de ar situadas próximas à chama da vela aquecem mais rapidamente do que as camadas superiores.

Com isso, as camadas mais quentes de ar se dilatam, tornando-se menos densas que as outras, gerando uma corrente de ar, pois as camadas mais densas (mais frias) descem e as menos densas (mais quentes) sobem. A esse tipo de corrente chamamos de convecção.



© Martin Dohm/SPL/LatinStock

Irradiação

Já o processo de irradiação, fenômeno que podemos perceber quando nos aproximamos de uma fonte de calor, como uma vela, uma lâmpada incandescente, um ferro de passar ou uma fogueira, só pode ser explicado por



© Al Francekovich/Flirt/Corbis/LatinStock

meio das ondas eletromagnéticas, em particular as das faixas de frequência do infravermelho localizadas logo abaixo do espectro de luz visível.

Esse conteúdo será aprofundado na 3ª série, de modo que, neste momento, é preciso que você compreenda que o calor é uma forma de energia que se propaga e, no caso da irradiação, não é necessária a existência de nenhum meio material. O melhor exemplo para isso é o aquecimento da Terra pelo Sol. O calor gerado pelo Sol atravessa o vácuo espacial e chega até aqui, nos aquecendo.

Elaborado por Guilherme Brockington especialmente para o São Paulo faz escola.

1. Em um churrasco, o calor é transmitido de diversas formas. Explique o processo envolvido em cada item:
 - a) do carvão em brasa direto para a carne: _____

 - b) com o ar quente próximo ao carvão, que sobe até a carne: _____

 - c) ao longo do espeto em contato com o ar já aquecido: _____

2. O formato da chama de uma vela está relacionado com qual processo de transmissão de calor? Explique.

3. Dentro de uma casa, qual é o melhor lugar para colocar um aquecedor elétrico? E qual é o melhor lugar para colocar o ar-condicionado? Explique.



VOCÊ APRENDEU?



Explique e dê três exemplos do dia a dia relacionados com os seguintes processos de transferência de calor:

- condução: _____

- convecção: _____

- irradiação: _____



LIÇÃO DE CASA



Pesquise na biblioteca de sua escola ou na internet e explique como os processos de transferência de calor estão relacionados com o bom funcionamento de uma geladeira e de uma garrafa térmica.

O que eu aprendi...

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 7

QUEM LIBERA MAIS CALOR?

Imagine a seguinte situação: você vai feliz a uma feira livre comer um delicioso pastel. Ansioso, você pega o pastel da mão do feirante, percebe que não está muito quente e, então, dá uma generosa mordida. Eis que você queima a boca, pois o queijo do recheio está muito mais quente que a massa, ainda que eles tenham ficado o mesmo tempo no óleo fervente. Por que isso acontece? Levante algumas hipóteses.

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 quente. Ou, ao comermos um cozido, a batata sempre está mais quente que os outros ingredientes, ainda que todos tenham estado na mesma panela. Por meio desta atividade, você terá condições de entender por que isso ocorre.



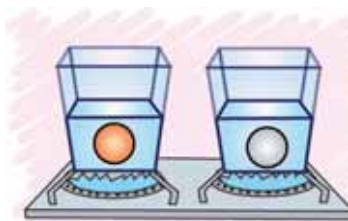
ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

Materiais

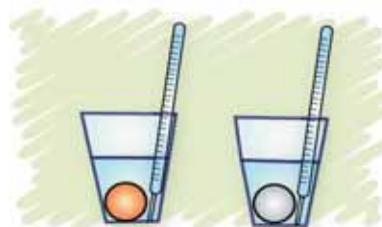
- bolinha de gude grande;
- esfera de metal (**atenção:** é preciso que a esfera e a bolinha tenham massas quase iguais);
- duas vasilhas que possam ser levadas ao fogo;
- água;
- dois copos grandes de vidro (do tipo de requeijão);
- dois termômetros.

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. Deixe-a fervendo por 5 min.
2. Enquanto a água ferve, prepare o restante do experimento: pegue os dois copos e coloque quantidades iguais de água à temperatura ambiente (o suficiente para cobrir as bolinhas).
3. Depois de 5 min, desligue o fogo e, utilizando a colher, transfira, com cuidado, as esferas para os copos.
4. Depois de 2 min, meça a temperatura da água em cada copo usando o termômetro.
5. Avalie a cada minuto a evolução dessa temperatura.



© Lie Kobayashi



© Lie Kobayashi

Interpretação e análise dos resultados

1. Agora, responda em qual dos copos a água:
 - a) é mais quente? _____
 - b) esquentou mais rápido? _____
 - c) esfriou mais rápido? _____
 - d) libera mais calor? _____
2. Redija um relatório para apresentar o que você observou e sintetizar o que aprendeu.

**Calor específico**

Em um experimento como esse que você realizou, pode-se perceber que o material 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. Esse termo é usado para indicar a quantidade de calor necessária para variar em

1°C a temperatura de um grama dessa substância. Como a água é usada como um padrão para a realização das medidas, define-se a caloria (1 cal) como a quantidade de energia necessária para variar em 1 °C a temperatura de um grama de água líquida.

Agora, pense um pouco: 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 e do modelo microscópico da matéria. Substâncias diferentes são constituídas de moléculas com massas diferentes.

Dessa forma, ao atingir determinada temperatura, todas as moléculas que constituem um material têm, em média, a mesma energia cinética, a mesma energia de movimento. Um grama de determinado material formado por moléculas de massa pequena conterá um número maior de moléculas do que um grama de outro material formado por moléculas de massa maior.

Por isso, para elevar 1 °C a temperatura de um grama, é necessário fornecer maior quantidade de calor para o material que contém um número maior de moléculas, já que aumentar a temperatura implica aumentar a energia cinética de cada molécula.

Esse é um possível modelo para explicar o calor específico das substâncias, no entanto, a massa das moléculas é apenas uma das variáveis relevantes para a compreensão dessa propriedade dos materiais. Além da massa, diversas outras variáveis como, por exemplo, as dimensões e o formato das moléculas também influenciam no calor específico das substâncias.

Será que o calor específico da água é sempre o mesmo, ainda que ela esteja no estado sólido (gelo) ou gasoso (vapor)? Como o calor específico depende da constituição, é possível compreender que ele terá valores diferentes para cada estado da matéria.

Portanto, o calor específico de uma substância varia quando ela se encontra em estado líquido, sólido ou gasoso, visto que para cada um desses estados as moléculas interagem de diferentes formas.

Calor específico (Cal/g °C)					
Sólidos		Líquidos		Gases (à pressão constante)	
Gelo	0,50	Água	1,00	Vapor-d'água	0,421
Alumínio	0,212	Álcool	0,60	Ar seco	0,237
Chumbo	0,030	Mercúrio	0,033	Hidrogênio	3,41
Cobre	0,092	—	—	—	—
Ferro	0,117	—	—	—	—
Latão	0,090	—	—	—	—
Níquel	0,103	—	—	—	—

Zinco	0,093	—	—	—	—
Areia	0,33	—	—	—	—
Vidro (pirex)	0,753	—	—	—	—
Vidro (sílica)	0,840	—	—	—	—



Leitura e análise de texto

Calor específico

Você já sabe que, quanto maior a massa de uma substância, maior será a quantidade de calor que deverá ser fornecida ou retirada para que sua temperatura varie. Mas como explicar esse fato? Novamente, recorreremos ao modelo microscópico da matéria.

Quanto maior a massa de uma substância, maior será a quantidade de moléculas que a compõe e, conseqüentemente, maior é a quantidade de calor que deve ser trocada 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).

Até aqui, a troca de calor foi discutida de maneira qualitativa. Será que é possível quantificá-la? Por exemplo, qual é a quantidade necessária de calor para aumentar a temperatura de um líquido? Primeiro, devemos saber qual será esse líquido! Como vimos, diferentes porções de substâncias de mesma massa necessitam de diferentes quantidades de calor, ou seja, possuem calor específico diferente. Devemos saber também a quantidade do líquido, isto é, sua massa, pois, quanto maior a massa, maior a quantidade necessária de calor. Finalmente, devemos saber quanto a temperatura vai aumentar, já que, quanto mais a temperatura aumenta, maior será o calor utilizado.

Logo, o calor envolvido no aumento da temperatura de um corpo depende de três fatores: massa (representada por m e cuja unidade é g); calor específico (representado por c e cuja unidade é cal/g °C); variação de temperatura (representada por ΔT e cuja unidade é °C).

Portanto, o calor envolvido nesse aumento de temperatura (representado por Q e cuja unidade é cal) pode ser calculado pela equação $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$. Esse calor envolvido na alteração da temperatura de um corpo é comumente chamado de calor sensível.

Digamos que, para preparar uma xícara de café, devemos aquecer 200 g de água a 20 °C até a temperatura de 50 °C. Logo, a massa do corpo (água) vale $m = 200$ g. Como vimos, o calor específico da água vale $c = 1$ cal/g °C. Já a temperatura vai variar em $\Delta T = 30$ °C. Aplicando a fórmula, temos: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T \rightarrow Q = (200 \text{ g}) \cdot (1 \text{ cal/g °C}) \cdot (30 \text{ °C}) = 6000 \text{ cal}$. Portanto, o calor necessário para aquecer a água é de 6000 cal.

Elaborado por Guilherme Brockington especialmente para o São Paulo faz escola.

1. Calcule a capacidade térmica de 300 g de:

a) água: _____ d) ferro: _____

b) gelo: _____ e) vidro (pirex): _____

c) chumbo: _____ f) vidro (sílica): _____

2. Qual é a quantidade de calor necessária para aumentar a temperatura de cada item da questão anterior em 10 °C?

3. Refaça a questão 2, considerando que a temperatura diminuiu 20 °C.

4. Por que ao pegarmos uma latinha na geladeira temos a sensação de que ela está mais gelada que um recipiente de plástico com a mesma temperatura?



VOCÊ APRENDEU?



1. O que significa um calor negativo, como o da questão 3 da seção Leitura e análise de texto?

2. Qual é o calor gasto para aumentar a temperatura de uma criança de 10 kg (10 000 g), em situação gravíssima de hipotermia a 26 °C para 36 °C, considerando que nosso corpo tenha o mesmo calor específico da água?



LIÇÃO DE CASA



1. Pesquise em sua casa e traga para a próxima aula (Situação de Aprendizagem 8) rótulos de diferentes alimentos, a fim de observar o conteúdo energético e sua composição nutricional.
2. Pesquise, na biblioteca de sua escola ou na internet, quantas calorias devem ser ingeridas por dia na alimentação de: um homem adulto, uma mulher adulta, um adolescente e uma criança.

3. Qual é a diferença entre caloria com massa típica (cal) e quilocaloria com massa típica (kcal)? Na tabela nutricional dos alimentos, as energias são registradas em qual unidade? Caloria em Física e caloria alimentar são a mesma coisa?

4. Num dia frio, ao colocarmos a mão numa porta de madeira, não estranhemos. Entretanto, basta pegarmos na maçaneta para sentir que está gelada. Explique.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 8 O MAIS ENERGÉTICO

Você certamente sabe que um carro precisa de combustível para andar. Da mesma forma, um rádio precisa de pilhas e um celular, de baterias. Nós, seres humanos, também precisamos de energia para nos movimentarmos, para fazermos as atividades cotidianas, enfim, para nos mantermos vivos. Por isso, é preciso nos alimentarmos bem. Contudo, de onde vem a energia dos alimentos? Escreva qual seria sua resposta a essa pergunta.

© Andrew Brookes/Corbis/Contrasto



ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

Neste experimento, você avaliará, de maneira simples, a quantidade de energia liberada na combustão de alguns alimentos. Por meio da sua queima, você aquecerá uma quantidade conhecida de água. Medindo o aumento da temperatura da água, poderá avaliar a quantidade de energia que existia no alimento, assim como comparar diferentes alimentos.

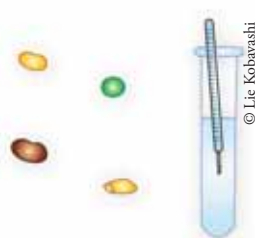
Materiais

- quatro amostras de tipos diferentes de alimento seco (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);
- rótulos de diferentes alimentos.

Mãos à obra!

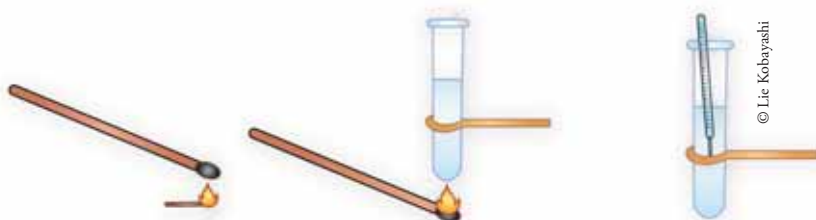
1. Separe os quatro tipos de alimento em pedaços com massas aproximadamente iguais (para isso utilize, se possível, uma balança). Anote a massa de cada alimento.

Alimento	Massa (g)
1.	
2.	
3.	
4.	



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.

Temperatura inicial: _____.



3. Use o arame para prender o pedaço de alimento a ser testado. Coloque fogo no 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.
5. Registre a altura aproximada da chama e o tempo em que ela ficou acesa. Assim que a chama se extinguir, pegue o termômetro para medir a temperatura final da água e anote.

Temperatura final: _____.

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

Dica!

Deixe o tubo de ensaio esfriar entre uma queima e outra.

7. Lembre-se de que alimentos úmidos ou com grande quantidade de água em sua composição precisarão de parte de sua energia para evaporar essa água.

**Atenção!**

Tenha cuidado ao manusear o tubo de ensaio, pois ele estará muito quente!

Interpretação e análise dos resultados

1. Construa uma tabela que permita comparar os resultados obtidos no experimento. Nela, devem aparecer informações sobre o tipo de alimento, o tempo de combustão e as temperaturas inicial e final da água.

Tipo de alimento	Massa (g)	Tempo de combustão (min)	Temperatura inicial (°C)	Temperatura final (°C)

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 desses alimentos engorda mais? Explique.

5. Procure saber quais desses 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 nutricional.
6. Compare os rótulos de dois alimentos que você trouxe para a sala de aula.
 - a) Qual deles indica o alimento com mais calorias?

 - b) Qual deles indica o alimento com mais nutrientes?



Leitura e análise de texto

Combustão e quantidade de calor

Em nosso universo, a todo instante, ocorre uma série de transformações de energia. A fotossíntese, realizada pelas plantas, é um importante processo de transformação de energia no ambiente terrestre.

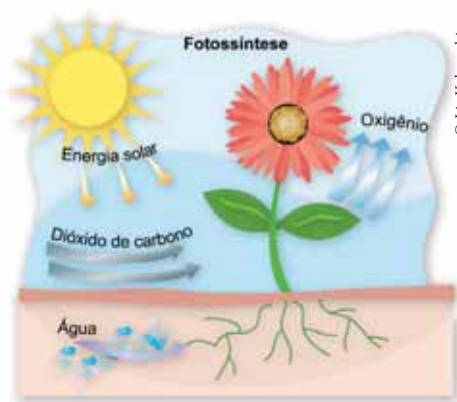
As plantas absorvem energia da luz solar e, por meio de reações químicas, transformam essa energia em energia química, combustível indispensável para a vida da planta, do homem e de outros animais. Aquelas que possuem clorofila são capazes de absorver energia solar e o gás carbônico do ar para realizarem essas reações, produzindo açúcares, gorduras e proteínas, além de liberarem oxigênio para o ambiente.

No entanto, diferentemente das plantas, não somos capazes de sintetizar, a partir da radiação solar, a energia necessária para nossa sobrevivência e realização de atividades diárias. Daí, a necessidade de ingerirmos os alimentos e a energia neles armazenada. É parte desse “combustível” que fornece energia para nos mantermos.

Por meio do experimento que você realizou, é possível perceber que dois alimentos diferentes, mas com a mesma quantidade de massa, vão aquecer a água de forma diferente. Por exemplo, quando se queima certa quantidade de pão e a mesma quantidade de castanha, ao medir a temperatura da água no final da queima, notamos que ela ficará mais quente sob a chama da queima da castanha. Ou seja, há maior liberação de energia quando utilizamos a castanha como combustível. Ela libera mais energia que o pão justamente por ter menor quantidade de água em sua constituição, além de possuir substâncias mais calóricas.

Por isso, é importante conhecer a quantidade de energia liberada pelos alimentos no organismo, já que uma alimentação com excesso ou deficiência de calorias pode levar a uma série de problemas de saúde, como a obesidade, as doenças cardiovasculares ou a desnutrição.

A fotossíntese garante a energia das plantas, que, por sua vez, produzem a matéria orgânica e o oxigênio do ar, que são essenciais à vida animal. São fósseis de micro-organismos, geralmente da vida marinha, que dão origem ao petróleo do qual se extraem a gasolina, óleo diesel e outros derivados; assim como outras formas de vida fossilizadas deram origem ao carvão mineral. Já a lenha e o carvão vegetal são produzidos pelas plantas, em um processo semelhante ao que discutimos sobre a energia que retiramos dos alimentos, ou seja, trata-se de um processo de transformação da energia que faz uso da energia solar. Por meio da fotossíntese, essa energia é transformada em energia química de ligação, principalmente do carbono e do hidrogênio.



© Lie Kobayashi

Da mesma forma que nós, para produzir movimento, qualquer motor precisa de uma fonte de energia, seja o de um carro, liquidificador ou avião. De modo semelhante ao que você fez nesta Situação de Aprendizagem, essa energia é retirada da queima de combustíveis como a gasolina, o álcool, o óleo diesel ou o querosene. É o processo de combustão que libera a energia contida no combustível, transformando a energia química em energia térmica, que nos motores de veículos é convertida em energia mecânica.

A quantidade de calor que é liberada durante a queima completa de uma unidade de massa da substância combustível é denominada calor de combustão. Observe a tabela a seguir com o valor do calor de combustão de alguns combustíveis.

Além de motores, que utilizam a energia liberada na combustão para gerar movimento, fornos e fogões a empregam apenas para a geração de calor. Nesses casos, o combustível mais utilizado é o GLP (gás liquefeito de petróleo), contido em botijões de gás, que, ao ser liberado, entra em contato com o oxigênio do ar e, na presença de uma centelha, entra em combustão.

A humanidade pode não se dar conta disso, mas o calor está sempre presente, num beijo carinhoso, na detonação de uma arma, numa queimada irresponsável ou na efervescência das ruas das grandes cidades.

Elaborado por Guilherme Brockington especialmente para o São Paulo faz escola.

Combustível	Calor de combustão (kcal/kg)
álcool etílico (etanol)	6 400
álcool metílico (metanol)	4 700
carvão vegetal	7 800
gás hidrogênio	28 670
gás natural	11 900
gasolina	11 100
lenha	2 800 a 4 400
óleo diesel	10 900
petróleo	11 900
querosene	10 900

Adaptado de: GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). *Leituras de Física: Física Térmica*. O Sol e os combustíveis. São Paulo: GREF-USP/MEC-FNDE, 1998. p. 27. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/termo/termo2.pdf>>. Acesso em: 23 maio 2013.

Após a leitura do texto, utilize a tabela com os valores de calor de combustão para responder às questões:

1. Qual combustível libera a maior quantidade de calor por unidade de massa?

2. Qual é a relação entre as massas de álcool e de gasolina para a mesma liberação de calor?

3. Pesquise o preço do litro de álcool e de gasolina, bem como suas densidades, e estabeleça a relação entre custo e energia liberada para cada um deles. Depois, busque os aspectos que justificam a diferença na razão custo/benefício e a partir de que relação entre preços é válida a substituição de um combustível por outro.



VOCÊ APRENDEU?



1. Por que precisamos nos alimentar?

2. Devemos escolher nossa dieta apenas pensando nas calorias? Justifique.

3. O que significa, para a Física, dizer que um alimento tem mais calorias que outro?

4. Qual é a importância do calor para a vida?

5. Qual é a importância do calor para a sociedade humana?



LIÇÃO DE CASA



1. Considerando o que você aprendeu nas últimas Situações de Aprendizagem, refaça as questões do roteiro da Pesquisa de campo da Situação de Aprendizagem 5.

2. Um dos alimentos mais apreciados pelas pessoas é uma bela porção de batata frita, constituída basicamente de gordura e carboidratos. Faça uma pesquisa sobre esse alimento, identificando seus valores calóricos e nutricionais, e tente descobrir por que ele é tão apreciado.



PESQUISA INDIVIDUAL

Você viu que tanto os seres vivos quanto as máquinas necessitam de energia para funcionar. Retiramos essa energia de alimentos e combustíveis que, no fundo, armazenam a energia proveniente do Sol. Faça uma pesquisa para entender qual é a origem da energia solar. Como ela é produzida? Quanta energia o Sol possui? Ela vai acabar? Quando? Para responder a essas perguntas, procure na internet, na biblioteca de sua escola e em seu livro didático.

O que eu aprendi...



TEMA 3:

AQUECIMENTO E CLIMA

Aquecimento global, efeito estufa, buraco na camada de ozônio etc. são expressões que aparecem frequentemente no jornal, na televisão e na internet. Você sabe o que significa cada um deles? Efeito estufa e camada de ozônio são a mesma coisa?

Essas questões envolvem fenômenos que influenciam o futuro do nosso planeta. Para respondê-las, é preciso que se tenha conhecimento de conceitos científicos que serão estudados neste novo tema de Física Térmica. É por meio da compreensão desses conceitos que somos capazes de nos posicionarmos como cidadãos na busca por soluções de problemas que afetam a vida na Terra.

Dados recentes fornecidos pelo Fundo Mundial para a Natureza (WWF), uma organização não governamental, 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, em razão da devastação da Floresta Amazônica.

Por causa das queimadas das florestas, o Brasil ocupa a quinta colocação entre os países que mais poluem o mundo. Por isso, é necessário que reflitamos sobre a importância da preservação do meio ambiente, conscientizando-nos sobre as mudanças ambientais globais.

Neste tema, você estudará uma série de fenômenos atmosféricos pelo olhar da Física, possibilitando entender como o calor está profundamente ligado a essas questões.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 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 praia. Já à noite, essa brisa sopra em sentido contrário, da praia para o mar. Por que será que isso acontece? Tente responder a essa questão antes de iniciarmos a atividade.



ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

O experimento que você fará a seguir lhe permitirá compreender um pouco como se dá o processo de formação da brisa e outros fenômenos atmosféricos, como ventos mais fortes e até furacões.

Materiais

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

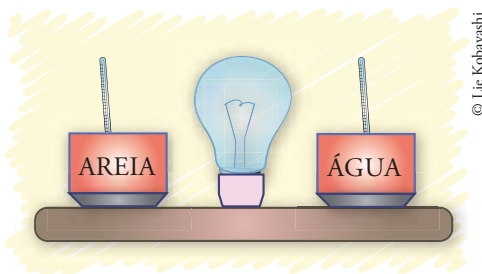


Atenção!

Tome bastante cuidado ao cortar a lata de refrigerante. Se for preciso, peça ajuda ao professor ou aos seus pais. Depois de cortada, manuseie-a cuidadosamente, pois a borda do alumínio estará “afiada”.

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. Todo o conjunto deve estar sobre um suporte para não danificar a superfície onde ficará apoiado. 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 de cada substância, a cada 5 min, durante 30 min.



© Lie Kobayashi

Atenção!

No momento da leitura, misture a substância para obter sua temperatura como um todo, e não de uma parte apenas. Depois, retire as latinhas de perto da lâmpada e a cada 10 min meça e anote a queda de temperatura da água e da areia.

4. Com os valores coletados, construa um gráfico (temperatura x tempo) que mostre a curva de aquecimento e outro que demonstrará a curva de resfriamento. Depois de prontos, compare os dois gráficos. Compare também seus resultados com os de seus colegas.

Interpretação e análise dos resultados

1. Qual material teve maior variação de temperatura?

2. Com base no que foi estudado até agora, como você explica esse fato fisicamente?

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



Leitura e análise de texto

Variação de temperatura

Por que a areia sofre maior variação de temperatura que a água quando ambas recebem a mesma quantidade de calor? Isso é explicado pelo fato de o calor específico da areia ser bem menor do que o da água. Perceba que, por meio desse experimento, podemos entender algo que ocorre quando vamos à praia. Certamente, você já notou que, durante o dia, a areia atinge temperatura bem maior que a da água. Durante a noite, ao contrário, a areia tem uma temperatura bem menor que a da água. Contudo, além do calor específico, outros fatores contribuem para essa diferença na variação da temperatura. Assim, a irradiação e a convecção também desempenham papel importante nos processos de troca de calor que ocorrem “em um belo dia na praia”.

Quanto à irradiação, quase toda radiação solar que incide sobre a Terra é absorvida e transformada em calor. Como a areia não é boa condutora, esse aquecimento se restringe a uma camada fina. Já a água, por ser quase transparente, chega a aquecer em profundidades maiores, ao receber a radiação solar.

Por isso, a massa de areia que troca calor é muito menor que a de água, o que acaba influenciando a maior variação de temperatura da areia. Além disso, parte da radiação absorvida pela água é utilizada para vaporizá-la, o que não contribui para aumentar sua temperatura.

Já o processo de convecção nos ajuda a entender um agradável fenômeno: as brisas! Como 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. Esse processo forma uma região de baixa pressão. Já o ar próximo à superfície da água está mais frio, pois a água sofreu menor elevação de temperatura. Dessa forma, ele está mais denso, formando uma região de alta pressão. Graças ao processo de convecção (como você pôde estudar no tema anterior, quando realizou a atividade da Situação de Aprendizagem 6), esse ar mais frio flui da região de alta pressão para a de baixa pressão, constituindo a brisa que sopra do mar para a terra durante o dia!

Esse raciocínio também ajuda a perceber como se dá a interferência do homem no meio ambiente. Os diferentes tipos de solo, a quantidade de água, os vales e montanhas desempenham papel fundamental na determinação do clima de uma região. O ser humano, ao represar os rios nas construções de usinas hidrelétricas, ao desmatar florestas provocando erosões, ao poluir o solo e a água, é capaz de interferir na formação dos ventos e influenciar significativamente o ambiente, provocando alterações em fatores climáticos determinantes. É muito comum, por exemplo, ouvir que o aquecimento global causa o derretimento das geleiras. Vimos que o calor está relacionado com o aumento da temperatura. Entretanto, durante o derretimento, a temperatura do gelo se mantém constante, só aumentando novamente após todo o gelo derreter. Qual será então a relação entre o calor e a mudança de fase (derretimento)?

Quando colocamos certa quantidade de um líquido no fogo, sabemos que a temperatura vai aumentar. No entanto, se colocarmos um termômetro, perceberemos que, em dado instante, a temperatura para de subir. Isso acontece quando o líquido começa a evaporar. Mas, se a boca do fogão continua acesa, o líquido continua recebendo calor. Nessa situação, entretanto, o calor não é mais usado para aumentar a temperatura, mas sim para alterar o estado da água, que se transformará em vapor. Esse calor, relacionado com alterações de estado, é comumente chamado de **calor latente** (é importante salientar que a diferença de nome não se dá por ser outro tipo de calor, mas porque o processo envolvido é outro) e não depende da temperatura, já que durante a mudança de fase ela permanece constante.

Cada material “recebe” o calor de maneira diferente, como já vimos anteriormente com o calor específico. Entretanto, neste caso, a característica de cada material é representada pelo calor latente (representado por L , cuja unidade é dada em cal/g). Outro fator que continua sendo relevante é a massa do material, já que, para evaporar o dobro do líquido, seria necessário o dobro do calor. Logo, o calor latente é dado pela equação: $Q = m \cdot L$, isto é, $L = Q/m$.

Sempre que há alteração na temperatura, mas não alteração de estado, fala-se em **calor sensível**. Já quando não há alteração na temperatura, mas alteração de estado, fala-se em **calor latente**. Quando primeiro ocorre alteração de temperatura e posteriormente alteração de fase, analisamos cada processo separadamente. O calor total, por sua vez, será a soma do calor envolvido em cada processo, ou seja, a soma do calor sensível (do processo de variação de temperatura) com o calor latente (do processo de mudança de fase).

1. Agora que você já encontrou o motivo de a brisa marítima soprar do mar para a praia durante o dia, explique por que durante a noite a brisa sopra da praia para o mar?

2. Segundo o Centro Nacional de Pesquisa Atmosférica dos Estados Unidos da América, a quantidade de furacões sobre o Oceano Atlântico dobrou nos últimos anos. Será que temos alguma relação com isso? Justifique.

3. Sabendo que o gelo tem calor específico $c = 0,5 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$, a água tem calor específico $c = 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$, o calor latente de fusão da água $L = 80 \text{ cal/g}$ e que a temperatura de fusão da água vale $0 \text{ } ^\circ\text{C}$, calcule a quantidade de calor para:

- a) aumentar a temperatura de 100 g de gelo de $-10 \text{ } ^\circ\text{C}$ até $0 \text{ } ^\circ\text{C}$:

- b) derreter 100 g de gelo:

c) aumentar a temperatura da água de 0 °C até 50 °C:

4. Durante uma experiência de Física, o professor Fábio colocou 200 g de água a 50 °C em uma vasilha. Qual é o calor a ser retirado para transformar essa quantidade de água em gelo a uma temperatura de -10 °C?

5. Qual é a diferença entre calor sensível e calor latente?

6. Qual é a relação entre a formação dos ventos e a convecção?

7. Por que, em regiões próximas ao oceano, a variação da temperatura é menor do que em regiões desérticas?



LIÇÃO DE CASA



Na aula seguinte, falaremos sobre as baixas temperaturas. Pesquise na internet dados como: os lugares que apresentam as temperaturas mais baixas possíveis e as temperaturas extremas que o corpo humano suporta. Pesquise, também na internet, a história do sorvete.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 10

TEMPERATURAS MUITO, MUITO BAIXAS

Verão! O sol queimando nossa pele e vem aquela vontade de tomar um sorvete. Mesmo com a temperatura ambiente por volta de $35\text{ }^{\circ}\text{C}$, o sorvete fica gelado, pois é conservado em um *freezer*, que o mantém a uma temperatura de $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ou seja, não há nada demais nesse fato. O sorvete existe no Brasil desde meados do século XVIII. Agora, pense e responda: como se gelavam as massas de sorvete? Como elas eram armazenadas?

Responder a essas perguntas lhe permitirá entender como é possível produzir substâncias que podem atingir temperaturas muito baixas. Além disso, você compreenderá como os processos de perda de calor estão envolvidos em alterações de temperatura do meio ambiente e suas consequências, principalmente no clima frio de determinadas regiões.



ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

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

Materiais

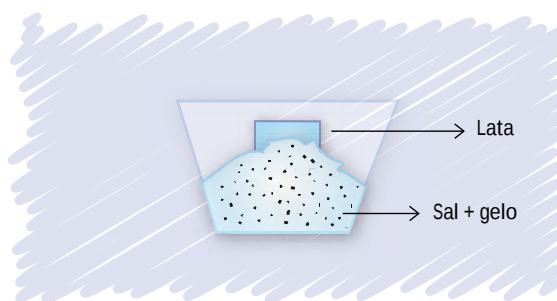
- sal marinho ou sal grosso;
- gelo moído;
- álcool;
- folhas pequenas de plantas;
- lata de refrigerante cortada ao meio;
- vasilha com água;
- martelo.

Materiais (experiência alternativa)

- gelo-seco;
- vasilha com álcool;
- salsicha.

Mãos à obra!

1. Enrole os cubos de gelo em um pano e bata com um martelo, para moê-los. Em uma vasilha, misture uma porção de sal e duas porções de gelo moído.
2. Coloque um pouquinho de água em um “copo” feito de lata de refrigerante.



© Lie Kobayashi

Atenção!

Tome bastante cuidado ao cortar a lata de refrigerante. Se for preciso, peça ajuda ao professor ou aos seus pais. Depois de cortada, manuseie-a cuidadosamente, pois a borda do alumínio estará “afiada”.

Dica!

Para que sua mistura atinja uma temperatura ainda mais baixa, acrescente álcool. Experimente mergulhar nessa mistura folhas de plantas, pequenas flores etc.

3. Agora coloque seu “copo” na vasilha com a mistura sal-gelo. Observe o que acontece.
4. Caso consiga gelo-seco, deixe-o moído e coloque-o em uma vasilha com álcool. Mergulhe nessa mistura uma salsicha, deixando-a por cerca de 30 segundos. Depois retire a salsicha da vasilha e bata-a contra a mesa. Observe o resultado.
5. Após realizar a atividade, elabore um relatório que apresente suas observações e sintetize o que você aprendeu.

**Leitura e análise de texto****A chuva**

Parte da radiação visível que chega do Sol é absorvida pela Terra e reemitida em forma de radiação infravermelha, aquecendo o ar que envolve nosso planeta. Além disso, 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, ou seja, 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 altos, como topos de serra ou montanhas, a pressão atmosférica diminui. Isso ocorre porque a coluna de ar acima de nós vai diminuindo e, além disso, ele torna-se mais rarefeito, pois há 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 ocorre 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 aumento da temperatura desses cristais de gelo, fazendo que eles derretam, retornando à Terra na forma líquida.

Orvalho, geada e neve

Você já notou como surgem gotículas de água em torno de recipientes gelados, como nas latas de refrigerantes ou nos copos com água? Isso acontece porque o vapor-d'água presente no ar, ao entrar em contato com superfícies muito frias, se condensa. Dessa forma, mesmo quando não houve chuva, é comum plantas, solo e objetos deixados ao relento estarem molhados pela manhã.

As superfícies desses corpos devem estar a uma temperatura que permita 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 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 o 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 na forma de flocos de neve.

Elaborado por Guilherme Brockington especialmente para o São Paulo faz escola.

1. O que a geada e a neve têm em comum?

2. O que a chuva e a neve têm em comum?



VOCÊ APRENDEU?



1. Se os corpos emitem calor na forma de radiação durante todo o tempo, por que eles não esfriam?

2. Explique como ocorre a formação:

a) da chuva: _____

b) do orvalho: _____

c) da geada: _____

d) da neve: _____



LIÇÃO DE CASA



Pesquise na biblioteca de sua escola e na internet:

1. O que são ONGs?

2. O que são empresas multinacionais?

3. O que é sustentabilidade?

4. Quais são as causas do aquecimento global?



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 11

MULTINACIONAIS × ONGS: UM CONFRONTO... DE IDEIAS!

Você chega em casa à noite, louco para assistir a um filme ou àquele programa. Não vê a hora de aquecer o jantar no micro-ondas, tomar um banho quente e sentar diante da TV. Mas, ao entrar no banheiro, acaba a luz! E com ela acabam também seus planos. Nada de água quente, nada de TV, nada de energia elétrica. Como ela nos faz falta!

Agora, imagine o transtorno que ocorreria nos hospitais e nos grandes centros caso houvesse uma queda de energia elétrica por um dia, quatro dias ou uma semana. Imagine sua vida cotidiana sem ela. Difícil, né? Vivemos em uma sociedade de consumo, na qual o desenvolvimento tecnológico é marcante, e é enorme nossa dependência de equipamentos e sistemas.

Por isso, a demanda por energia é um problema cada vez maior nos dias de hoje. Não conseguimos ficar mais sem energia.



Desafio!

Pense nas seguintes questões: de onde vem essa energia? Ela vai durar para sempre?

Contudo, ao mesmo tempo que precisamos de energia, interferimos cada vez mais na natureza. Queremos ter acesso às novas tecnologias, mas não podemos nos *esquecer dos impactos ambientais que elas causam*. Um exemplo simples, mas que revela as duas faces dessa discussão: a produção de carros novos cresce a cada dia e enche as ruas, transformando o trânsito das cidades em um caos. Todos querem ter um carro, mas e a qualidade do ar que respiramos? Nesta Situação de Aprendizagem, você terá a oportunidade de aprofundar essas discussões, podendo posicionar-se como cidadão perante esses questionamentos.

Simularemos um debate em que você fará parte de um grupo representante de nossa sociedade. Você poderá ser o advogado ou diretor de uma empresa multinacional, o representante de uma ONG ligada à preservação do meio ambiente, um jornalista, ou mesmo fazer parte da plateia.

Organização do debate

Atente-se às regras que serão estabelecidas pelo seu professor para o debate. Veja uma sugestão para sua organização.

Começaremos com 1 min 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 deve fazer duas perguntas ao grupo oponente. O tempo para essa etapa será: 30 s para a pergunta, 1 min para a resposta, 1 min para a réplica e 30 s para a tréplica.

2ª parte: os jornalistas farão duas perguntas para cada grupo, sendo 30 s para a pergunta, 1 min para a resposta, 1 min para a réplica e 30 s para a tréplica.

3ª parte: a plateia deve fazer duas perguntas para cada grupo, sendo 30 s para a pergunta, 1 min para a resposta, 1 min para a réplica e 30 s para a tréplica.

4ª parte: cada grupo terá 1 min para fazer suas considerações finais.

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 era 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.



Fique por dentro!

Há décadas que diversos pesquisadores alertam que o descuido do homem com o meio ambiente trará sérios impactos para nosso planeta. Fomos alertados sobre as diferentes catástrofes que podem ser causadas pelo aquecimento global. Infelizmente, hoje em dia, elas se tornaram realidade em todos os continentes.

A mídia tem noticiado a ocorrência de ondas de calor nunca registradas na história. Da mesma forma, ocorrem tempestades tropicais e furacões que destroem tudo por onde passam. Desconfiamos que parte disso se deva à ação humana.

Algumas regiões do globo sofrem com secas intermináveis, onde antes havia água em abundância, enquanto outras regiões são devastadas por fortes enchentes. Todo esse desequilíbrio provoca incêndios florestais, derretimento das geleiras nos polos e uma série de outros desastres naturais que fogem ao nosso controle.

Com o objetivo de entender o aquecimento global, a Organização das Nações Unidas (ONU) criou o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC). Esse órgão faz pesquisas e produz relatórios que trazem as principais causas do problema e aponta soluções para amenizar o impacto ambiental causado pelas ações humanas.



Em 2007, foi divulgado um relatório no qual, pela primeira vez, por meio de uma análise científica, o homem foi responsabilizado pelo aquecimento global. De acordo com o IPCC, se o crescimento atual dos níveis de poluição da atmosfera for mantido, a temperatura média do planeta subirá 4 graus até o fim do século. Isso pode gerar catástrofes naturais, como a extinção em massa de animais e de plantas, elevação do nível dos oceanos e devastação de áreas litorâneas.

O melhor caminho apontado pelos pesquisadores é a redução da emissão de gases do efeito estufa, que impedem a dissipação do calor, esquentando a atmosfera e o planeta.

O efeito estufa pode ser entendido por meio de um fato corriqueiro, que certamente você já deve ter percebido ao entrar em um carro exposto ao Sol. É fácil notar 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 por condução com o ambiente externo. A mesma explicação se dá para o funcionamento de uma estufa usada para o cultivo de plantas.

O efeito estufa

O efeito estufa é um mecanismo natural que ocorre na Terra em razão de sua atmosfera. Nosso planeta recebe diariamente a energia do Sol, que é absorvida e reemitida para o espaço na forma de calor (radiação infravermelha). Contudo, uma parcela desse calor volta para a Terra, refletida pela 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 gases, 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 (mesmo presentes na atmosfera, o oxigênio e o nitrogênio não colaboram para o efeito estufa, porque são transparentes tanto para a luz solar como para o infravermelho). Isso é o que chamamos efeito estufa, ou seja, processo pelo qual os gases presentes na atmosfera impedem o retorno ao espaço do calor emitido pelo Sol durante o dia, conservando, assim, energia para os períodos noturnos do planeta. Com isso, o calor recebido pelo nosso planeta durante o dia mantém sua temperatura de certa forma elevada durante a noite, conservando a amplitude térmica moderada.

Diferentemente do que muitas pessoas acreditam, o efeito estufa é um fenômeno que sempre existiu, é importante para a vida e sempre foi um regulador da temperatura da Terra. Sem o efeito estufa, a Terra seria um planeta gelado à noite, já que ele é o responsável por mantê-la aquecida e fornecer as condições necessárias para o surgimento e a manutenção da vida. O perigo é o aumento descontrolado desse efeito.

A camada de ozônio

Além do efeito estufa, constantemente aparece na mídia a expressão *o buraco na camada de ozônio*. Será que esses fenômenos são os mesmos? Ainda que estejam relacionados à atmosfera, não significa que eles sejam a mesma coisa. A camada de ozônio é uma faixa da atmosfera cuja principal importância 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), ele é um filtro a favor da vida, pois esse tipo de radiação traz sérios danos aos seres vivos, como o

câncer de pele. Diversas substâncias químicas acabam destruindo o ozônio ao reagirem com ele, como 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.

Os gases chamados clorofluorcarbonos, os CFCs, presentes em aparelhos de ar-condicionado, refrigeradores e em alguns aerossóis, são os que mais destroem essa camada. Depois de liberados no ar, os CFCs demoram cerca de oito anos para chegar à estratosfera.

Nessa etapa, quando atingidos pela radiação ultravioleta, eles se desintegram e liberam cloro. Cada átomo de cloro vai romper uma 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. Cria-se uma reação em cadeia, de modo que uma única molécula de CFC pode destruir 100 mil moléculas de ozônio. Como o oxigênio é incapaz de proteger o planeta dos raios ultravioleta, formam-se “buracos” na camada, que possibilitam uma entrada crescente da radiação UV.



Leitura e análise de texto

Efeito estufa

Por que o efeito estufa é considerado uma ameaça à vida na Terra? Isso está correto? Não. Ele em si não é um vilão. O que deve ser temido é um aquecimento de grandes proporções, já 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, elevando 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, usado 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, a inundação das regiões litorâneas, a desestabilização das estações do ano, entre outras consequências climáticas.

O aquecimento global deve ser entendido como o 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 por dificultarem a saída da radiação solar recebida. Por isso,

discute-se tanto a necessidade de buscar “combustíveis limpos”, diferentes dos combustíveis fósseis, como petróleo, carvão e gás natural, que liberam esses gases nocivos em sua queima.

Da mesma forma, deve-se combater o desmatamento, principal responsável pela emissão desses gases no Brasil. Ao desmatar as florestas, queima-se a madeira que não tem valor comercial, fazendo o gás carbônico (CO_2) contido na fumaça que vem desses incêndios subir para a atmosfera e se acumular a outros gases, aumentando o efeito estufa.

Diante de um cenário tão assustador, é possível ter esperanças? Sim! Os relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) mostram que, da mesma forma que as atividades humanas causaram o aquecimento global, nossas ações também podem contê-lo.

Devemos buscar maneiras de reduzir as emissões dos gases que acentuam o efeito estufa. Isso pode ser feito por meio de mudanças em nossas atitudes, como evitar desperdícios de energia e organizar o lixo de modo a facilitar a reciclagem de materiais. Contudo, o aquecimento global não será contido apenas com a publicação dos relatórios do IPCC, já que a ONU não tem o poder de obrigar as nações a tomar providências.

Para que possamos conseguir reverter essa situação, é necessário um esforço global. Mas você, como cidadão, deve fazer sua parte, sem esperar que o governo peça ou cobre de você. Posicione-se! Devemos todos lutar pelo nosso planeta.

Elaborado por Guilherme Brockington especialmente para o São Paulo faz escola.



© Kazuo Ogawa/amanaimages/Corbis/Latinstock

1. Com base na leitura dos textos, explique os termos a seguir:

a) efeito estufa:

b) camada de ozônio:

TEMA 4:

CALOR COMO ENERGIA

Você já reparou o que acontece quando esfrega suas mãos ou atrita uma moeda em uma superfície áspera? E quando você comprime rapidamente uma bomba manual de encher pneu de bicicleta? Essas situações são exemplos simples associados à produção de calor: as mãos, a moeda e a bomba manual de encher pneu de bicicleta esquentaram após serem atritadas. De onde vem o calor para esse aquecimento? O que é necessário para que ele seja produzido? Como aproveitar o calor? Responder a essas questões permitirá compreender melhor a relação entre calor e trabalho mecânico, bem como as transferências e as transformações de energia associadas.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 12 O EQUIVALENTE MECÂNICO DO CALOR

A fim de discutir e compreender a relação entre movimento e calor, ou seja, entre trabalho mecânico e calor, faça a atividade a seguir.



ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

Materiais

- um tubo de PVC de 1,20 m de comprimento, com “tampa” nas duas extremidades;
- 500 g de chumbinho;
- uma borracha;
- uma vasilha de alumínio;
- uma vasilha com gelo e sal;
- uma fita adesiva;
- um termômetro.



© Fernando Favoretto

Mãos à obra!

1. Faça um furo do diâmetro do termômetro em uma das tampas do tubo de PVC.
2. Corte um pedaço da borracha (pode ser borracha escolar) para vedar esse furo, mas com uma sobra que lhe permita retirá-la quando quiser sem muita dificuldade. Será por esse furo que você colocará o termômetro para medir a temperatura dos chumbinhos. Assim, note que ele precisa estar bem vedado para evitar a troca de calor com o ambiente.
3. Coloque os chumbinhos em uma vasilha de alumínio e deposite-a dentro de outra vasilha com gelo e sal. O objetivo é resfriar os chumbinhos. Cuidado para não molhá-los!
4. Mantenha-os nessa vasilha por três ou quatro minutos.
5. Despeje os chumbinhos da vasilha de alumínio dentro do tubo.
6. Tampe-o e agite um pouco (gire o tubo duas vezes).
7. Retire a borracha com cuidado, coloque o termômetro e tampe o furo.
8. Mantenha o tubo na vertical, com o lado do furo voltado para baixo, para que o termômetro possa ficar em contato com os chumbinhos por três minutos.
9. Assim que retirar o termômetro, lacre o furo imediatamente (deixe uma fita adesiva já preparada; tampe o furo com a borracha e passe a fita adesiva para evitar que ele caia ao movimentar o tubo) e anote a temperatura medida. Essa será a temperatura inicial do sistema.

Atenção!

Esse procedimento deve ser feito com bastante cuidado; caso contrário, o termômetro poderá se quebrar.

Importante: assim que retirar o termômetro, o tubo precisa ser girado rapidamente, de modo que os chumbinhos “caiam” por toda a sua extensão. Repita essa operação cem vezes.

10. Ao chegar à última inversão do tubo, retire cuidadosamente o lacre, coloque o termômetro, deixe-o por três minutos em contato com os chumbinhos e meça a nova temperatura.

**Atenção!**

Cuide para que suas mãos não fiquem em contato com as extremidades do tubo (deixe-as próximas do meio do tubo), o que dificultará a troca de calor entre seu corpo e os chumbinhos.

Interpretação e análise dos resultados

1. O que aconteceu com a temperatura dos chumbinhos ao final da experiência?

2. Qual é sua explicação para a mudança na temperatura dos chumbinhos?

3. Por que é preciso girar o tubo tantas vezes?

4. Que tipo de transformação de energia ocorre com os chumbinhos?

5. Qual é a quantidade de calor, em calorias, trocada pelos chumbinhos? Qual é a variação de energia em joule? Que dados e relações são necessários para obter esses valores?

6. Como pode ser obtida a relação entre o calor trocado (cal) e a variação de energia (J)? Que hipóteses foram levantadas para estabelecer essa relação?

7. É possível concluir algo sobre a relação entre o trabalho mecânico (realizado quando se girava o tubo e os chumbinhos caíam de uma ponta à outra) e a variação da temperatura dos chumbinhos?

Tome nota!

Após responder às questões, elabore um relatório que apresente suas observações e sintetize o que aprendeu da seguinte forma:

- Registre a questão que o grupo procurava responder ao realizar o experimento, os procedimentos efetivamente realizados e os cuidados necessários para sua realização.
- Apresente de forma organizada os dados obtidos.
- Discuta esses dados e as conclusões a que seu grupo chegou, tendo em vista as questões que pretendiam responder por meio do experimento.



Leitura e análise de texto

Energia mecânica e quantidade de calor

Ao esfregar as mãos em um dia frio ou atritar uma moedinha em uma superfície áspera, podemos observar que, quanto mais vigoroso é o movimento, mais o corpo fica quente.

Nesse caso, é o seu esforço muscular o responsável direto por esse aquecimento. Já no caso de uma furadeira que perfura uma parede, é a rotação da máquina, capaz de movimentar a broca, que permite que o calor seja produzido pelo atrito entre a broca e a parede.

Já o aquecimento produzido em uma martelada aplicada em um prego vai depender do número e da potência dos golpes do martelo no prego. Esses exemplos são de algumas situações que possibilitam relacionar a energia mecânica com a quantidade de calor produzida.

Elaborado por Estevam Rouxinol especialmente para o São Paulo faz escola.

1. Cite outros dois exemplos em que o aquecimento acontece por uma transformação de energia mecânica.

2. Ao martelar um prego, percebe-se que a temperatura dele aumenta. De onde vem a energia para que isso aconteça? Descreva as energias envolvidas no processo e as transições e/ou transformações que elas sofrem.



Leitura e análise de texto

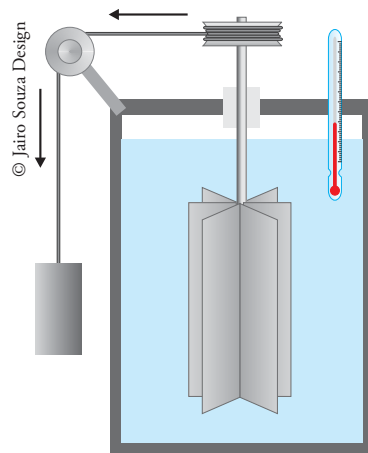
O experimento de Joule e o equivalente mecânico do calor

A situação ilustrada na figura reproduz a experiência de Joule: um objeto de massa conhecida é preso em uma corda e abandonado de certa altura.

Durante sua queda, um sistema de pás é acionado, entrando em rotação e agitando a água contida em um recipiente isolado termicamente.

Em razão do atrito das pás com a água, o objeto cai com velocidade praticamente constante e a temperatura da água sofre uma elevação.

Elaborado por Estevam Rouxinol especialmente para o São Paulo faz escola.



Considere o experimento de Joule e responda.

1. Que transformações de energia estão acontecendo? Explique.

2. Quais modificações na massa ou na altura da queda fariam a temperatura da água subir mais ainda? Explique.

3. Considere que o objeto tenha uma massa de 6 kg e que ele caia de uma altura de 2 m por 25 vezes seguidas.

a) Calcule a quantidade de energia transmitida para a água. Considere $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ a aceleração da gravidade no local.

b) Qual é a quantidade de calor recebida pela água?

4. Descreva a semelhança entre o experimento de Joule e o experimento dos chumbinhos desenvolvido nesta Situação de Aprendizagem.



LIÇÃO DE CASA



1. Um projétil de chumbo de 10 g (0,01 kg), movendo-se a 400 m/s, perde toda a sua energia cinética ao colidir com uma parede de aço.

a) O que deve ter acontecido com a temperatura do projétil após a colisão?

- b) Supondo que toda a energia cinética do projétil tenha sido empregada para elevar sua temperatura, calcule a quantidade de calor recebida por ele na colisão com a parede de aço. Dado: $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$.

- c) Qual será a temperatura do projétil após a colisão? Dados: calor específico do chumbo: $0,031 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$; e temperatura do projétil antes da colisão: $25 ^\circ\text{C}$.

2. Para economizar energia, um estudante pensou em aquecer a água para um cafezinho agitando-a. Para isso, utilizaria uma garrafa térmica de $0,5 \text{ m}$ de comprimento com 200 ml de água. Considerando que a água estava à temperatura ambiente ($25 ^\circ\text{C}$) e que, para fazer o café, ela deveria entrar em ebulição ($100 ^\circ\text{C}$ ao nível do mar), quantas vezes a garrafa precisaria ser girada? Dado: calor específico da água a $1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$. Discuta se isso seria praticável.

A natureza do calor

Desde a Antiguidade, os gregos discutiam sobre a natureza do calor. Esse debate intensificou-se após os séculos XV e XVI, período do Renascimento. No século XVIII, o calor já era um velho conhecido do pensamento científico. Nessa época, considerava-se que o calor era uma substância, um fluido invisível e de peso desprezível chamado calórico. Quanto maior fosse a temperatura de um objeto, maior seria a quantidade de calórico em seu interior. De acordo com esse modelo, quando dois corpos de temperaturas diferentes eram colocados em contato, o calórico passava do corpo mais quente para o mais frio, até que se atingisse o equilíbrio térmico.

Outros fenômenos eram explicados por essa teoria, como o fato de alguns metais apresentarem peso maior após serem queimados.

Hoje se compreende que a diferença de peso não se deve ao calórico, e sim à reação química desses metais com o oxigênio do ar, aumentando a massa final do produto da queima.

Alguns fenômenos, entretanto, não poderiam ser explicados usando o fluido calórico, como o fato de corpos atritados ou percutidos poderem se aquecer quase indefinidamente ou ainda o fato de corpos aquecidos não aumentarem de massa. Para cada um desses casos, os cientistas criavam “soluções” particulares, que não se adequavam a uma única teoria.

A compreensão do calor como uma forma de energia ocorreu no século XIX, graças a vários trabalhos científicos. O mais conhecido deles foi sobre a perfuração de canhões, produzido por Benjamim Thompson, o conde de Rumford. O texto a seguir relata algumas dúvidas e alguns questionamentos a respeito da natureza do calor levantados por ele.



Leitura e análise de texto

Calor: substância?

[...] Ultimamente, atuando como encarregado de supervisionar a perfuração de canhões nas oficinas do arsenal militar em Munique, fiquei surpreso com o elevado grau de calor que uma arma de latão atinge em um curto período de tempo, e com o calor ainda mais intenso (muito maior do que o da água fervente, como descobri em um experimento) dos fragmentos metálicos separados dela pelo perfurador.

Quanto mais eu meditava sobre esses fenômenos, mais eles me pareciam curiosos e interessantes. Uma investigação sobre eles até me parece justificar um aprofundamento sobre a natureza oculta do calor; e nos permitiria fazer algumas conjecturas razoáveis com relação à existência, ou não existência, de um fluido ígneo: um assunto sobre o qual as opiniões dos filósofos, em todas as épocas, sempre foram bem divididas [...]

[...] O que é calor? Existe algo como fluido ígneo? Existe alguma coisa que pode ser chamada apropriadamente de calórico?

Vimos que uma quantidade considerável de calor pode ser obtida pela fricção de duas superfícies metálicas que emitirão uma corrente ou fluxo, em todas as direções, sem interação ou interrupção e sem quaisquer sinais de diminuição ou exaustão.

De onde veio o calor que era continuamente emitido desta forma, nos experimentos mencionados anteriormente? Foi fornecido pelas pequenas partículas de metal, despregadas das grandes massas sólidas, quando se esfregaram umas nas outras? Isto, como já vimos, não poderia ter sido o caso.

Foi fornecido pelo ar? Este não poderia ter sido o caso, pois nos experimentos feitos com o maquinário imerso em água, o acesso do ar proveniente da atmosfera fora completamente vedado.

Foi fornecido pela água que circundava o maquinário? É evidente que este não poderia ter sido o caso: primeiro, porque a água recebia continuamente o calor do maquinário e não poderia, ao mesmo tempo, estar dando e recebendo calor do mesmo corpo; e, em segundo lugar, porque não houve nenhuma decomposição química de nenhuma parte dessa água. Se esta decomposição tivesse ocorrido (o que, de fato, não seria razoável esperar), um de seus componentes fluidos elásticos (muito provavelmente ar inflamável) deveria, ao mesmo tempo, ter sido liberado, e teria sido detectado ao escapar para a atmosfera; mas, ainda que tenha examinado com frequência a água para ver se bolhas de ar subiam através dela, tendo até mesmo me preparado para pegá-las a fim de as examinar caso ocorressem, pude notar que não havia uma sequer e nem mesmo qualquer sinal de decomposição de nenhum tipo, ou qualquer outro processo químico ocorrendo dentro da água [...]

[...] E, ao raciocinar sobre este assunto, não podemos nos esquecer de considerar esta circunstância extremamente notável, ou seja, que a fonte do calor gerado pela fricção nesses experimentos parecia evidentemente ser inesgotável.

Desnecessário acrescentar que algo que todo corpo, ou sistema de corpos isolados termicamente, é capaz de continuar a fornecer sem limitações não pode ser uma substância material: e parece ser extremamente difícil, senão impossível, formar uma ideia de algo, capaz de ser ativado e transferido, da maneira que o calor foi ativado e transferido nesses experimentos, a não ser movimento.

THOMPSON, Benjamin (conde de Rumford). Heat is a form of motion: an experiment in boring cannon. In: *Philosophical transactions*. Londres: Royal Society, 1798. v. 88. Tradução: Maria do Carmo Martins Fontes-Davis.

1. Qual era a dúvida do conde de Rumford a respeito da natureza do calor?

2. Como o trabalho com os canhões auxiliou o conde de Rumford a discordar do modelo do calórico?

[illegible]



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 13 A MÁQUINA DE HERON

Quando você usa sua bomba manual de encher pneu de bicicleta, exerce uma força capaz de comprimir o ar no interior do cilindro da bomba, exercendo sobre ele certa pressão. Quando o leite é fervido, ele sobe e derrama quando você menos espera. Qual é a relação entre encher o pneu de sua bicicleta e ferver o leite? No caso do pneu da bicicleta, é você que empurra o pistão da bomba e, no caso do leite, quem o empurra para cima? Será que você consegue associar trabalho, calor e energia nessas situações? Na atividade seguinte, você analisará e interpretará o funcionamento da máquina de Heron, procurando relacionar trabalho, calor e energia.

© Gus Morais



ROTEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO

Eolípila

Quase como uma viagem no tempo, você vai construir a mais antiga máquina térmica criada pelo homem, uma “precursora” da máquina a vapor. Ela foi projetada por Heron de Alexandria, no século I a.C. Era uma máquina chamada de *aeolipilae* (eolípila).

Materiais

- um bulbo de uma lâmpada para servir de recipiente para água;
- um alicate;
- uma rolha de borracha que será usada para vedar o bulbo;
- dois tubos de cobre de $\frac{1}{8}$ de polegada e com 10 cm de comprimento;
- 50 cm de barbante;
- um gancho para amarrar o barbante na rolha;
- uma vela.

© Fernando Favoretto



Mãos à obra!

1. É preciso preparar com cuidado a lâmpada como recipiente para a água. Para isso, arranque com o alicate parte do bocal, deixando-a como mostra a figura acima. Para não cortar suas mãos, peça orientação ao professor. Se necessário, utilize uma toalha para segurá-la. O ideal é riscar a lâmpada com diamante de vidraceiro.

2. Ajuste a rolha na lâmpada, de forma a deixá-la vedada.
3. Retire a rolha e faça dois furos nela, de modo que caiba um tubo em cada furo. No centro da rolha, fixe o gancho. Nele será amarrado o barbante para que a lâmpada possa girar livremente. Certifique-se de que o gancho está bem centralizado.
4. Passe os tubos pelos furos, coloque um pouco de água dentro da lâmpada e vede-a com a rolha.
5. Dobre as extremidades do tubo com cuidado, de forma que elas fiquem na mesma direção, mas apontando em sentidos opostos, como mostra a figura.
6. Acenda a vela e coloque-a no chão, certificando-se de que ela está em um lugar seguro.
7. Suspenda sua máquina de Heron amarrando o barbante em algum lugar, de forma a deixar a lâmpada, pendurada, próxima à chama da vela (pode ser no tampo de uma mesa). É preciso que haja espaço suficiente para a lâmpada poder girar sobre seu eixo.
8. Espere a água entrar em ebulição e observe o que acontecerá.



© Fernando Favoretto

Interpretação e análise dos resultados

1. O que faz a lâmpada girar?

2. Explique como isso ocorre.

3. Quais transformações de energia ocorrem no funcionamento dessa máquina?

4. Por que esse arranjo pode ser chamado de “máquina”? Será que se pode usá-la para realizar alguma coisa útil? O quê, por exemplo?

5. Elabore um relatório que apresente de forma organizada suas observações e sintetize o que você aprendeu.

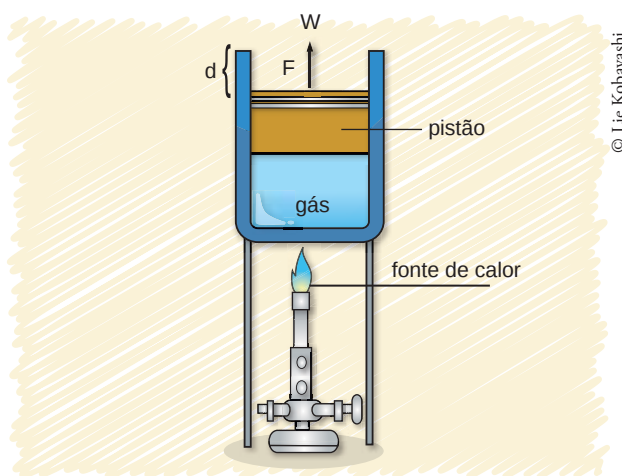


Desafio!

Com certeza, você já observou em sua casa alguém cozinhar algum alimento com a panela tampada. Você deve ter percebido que, à medida que a água ferve, a tampa da panela começa a se movimentar e trepidar. Dependendo da panela, é possível até escutar o som da vibração. Isso acontece quando se cozinha principalmente arroz ou carne. Com a tampa fechada, o vapor se acumula dentro da panela, aumentando a pressão. Assim, a tampa é empurrada, na tentativa de abri-la: é isso que provoca a trepidação e o som. Na panela de pressão, a válvula de segurança (que possui um peso) sobre a tampa vibra e gira com a ação do vapor que escapa da panela.

O vapor-d'água, sob pressão, ao expandir-se e aumentar o volume, pode exercer uma força capaz de mover também o pistão de uma máquina, acionar geradores de energia elétrica (como acontece em uma usina termelétrica) e movimentar o eixo das rodas de um trem (como nos antigos trens a vapor); enfim, pela expansão do gás é possível produzir movimento, ou seja, realizar trabalho, tal como na máquina de Heron. É o calor produzindo trabalho!

Explique a relação entre trabalho, pressão e variação de volume quando um gás empurra um pistão e ele se desloca, como na figura.



Agora, leia o texto a seguir e descubra como essas grandezas se relacionam quantitativamente.

Relação entre trabalho, pressão e volume

Vejamos o exemplo de uma seringa de plástico apenas com ar em seu interior, quando colocada em um recipiente com água quente (mas não tão quente a ponto de derreter a seringa!).

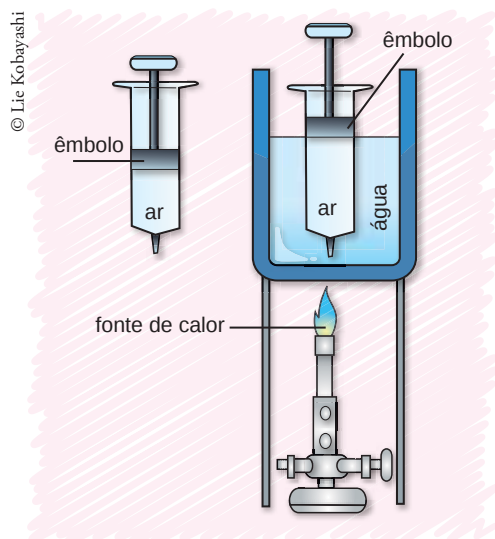
Repare que o êmbolo da seringa começa a subir. É como se houvesse uma força sendo aplicada em cada ponto da superfície do êmbolo, ou uma força total sendo distribuída ao longo dessa superfície. Essa força ($\vec{F}$) distribuída ou dividida ao longo da área (A) da superfície é o que chamamos de pressão (P) e é quantitativamente definida pela fórmula:

$$P = \frac{\vec{F}}{A} \text{ ou ainda } \vec{F} = P \cdot A$$

Sendo o trabalho (W) dado por $W = \vec{F} \cdot d$, e a variação de volume (ΔV) representada pelo produto da área (A) pela altura (d) que o êmbolo da seringa subiu ($\Delta V = A \cdot d$), podemos expressar o trabalho utilizando a equação:

$$W = P \cdot \Delta V$$

A partir das definições e dos conceitos abordados anteriormente, qual é a semelhança entre o êmbolo da seringa, que sobe em um recipiente com água quente, e o fato de o leite começar a subir enquanto ferve em um recipiente?





VOCÊ APRENDEU?



1. O desenho reproduz uma máquina de Heron: o vapor-d'água escapa para a atmosfera pelos tubos e sai com pressão, fazendo girar a esfera. Quais transformações de energia acontecem na máquina de Heron?



© Gus Morais

Representação do funcionamento de uma máquina de Heron.

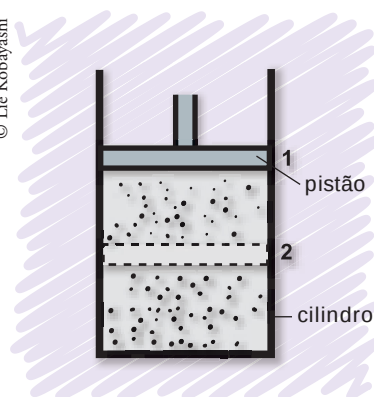
2. A máquina de Heron era uma curiosidade na época em que ele a inventou, mas não foi realmente usada de modo prático. Imagine duas formas de aproveitar o trabalho realizado pela máquina de Heron e explique como funcionaria em cada caso.

3. A figura a seguir ilustra o conjunto formado por um cilindro e um pistão. O pistão pode se mover livremente, ou seja, ir da posição 2 para a posição 1 e vice-versa. Os pontinhos pretos representam um gás no interior do cilindro. Pode-se usar esse conjunto de cilindro e pistão como máquina, ou seja, para produzir trabalho útil? Como isso seria possível?

Dica!

Pense no que acontece com um gás quando é aquecido ou quando é resfriado no interior do cilindro.

© Lie Kobayashi



LIÇÃO DE CASA



1. Pesquise e registre em seu caderno quando surgiram as primeiras máquinas a vapor e para que elas eram usadas.
2. “Cinquenta léguas em quatro horas [ou seja, 60 km/h]. Nada pode dar a ideia da fulminante velocidade com que se desenrola, como em um conto de fadas, este surpreendente panorama. Não corremos, mas voamos por cima dos campos, dos rochedos, dos pântanos, de pontes suspensas, de aquedutos cuja espantosa ousadia e solidez lembram, a cada instante, as construções etruscas e romanas. Planamos sobre os abismos”.

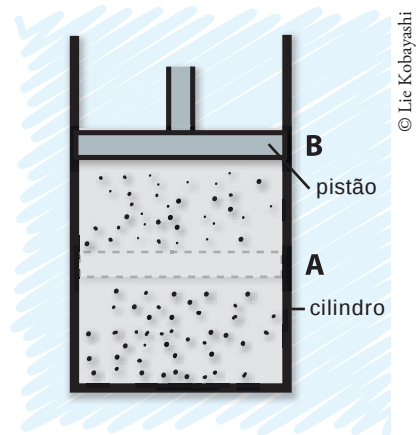
Esse trecho foi retirado de um texto escrito por Jules Michelet (*Sur les chemins de l'Europe: Angleterre, Flandre, Hollande, Suisse, Lombardie, Tyrol*. 1893; disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ga000679.pdf>>; acesso em: 25 set. 2013) por volta de 1830. A qual invento ele se referia? Quais mudanças o invento trouxe à época?

3. Considere o conjunto formado pelo cilindro e pelo pistão representado na figura a seguir. Inicialmente o pistão está na posição A. Ao aquecer o gás contido no cilindro, este se dilata e empurra o pistão para a posição B.

a) Se, ao aquecer o conjunto, o pistão se desloca 50 cm e a pressão atmosférica é de $1,0 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ (1 atm), qual será o trabalho realizado pelo pistão?

b) Se esse trabalho for usado para levantar um objeto, em um local em que a aceleração da gravidade é $g = 10 \text{ m/s}^2$, qual massa ele será capaz de levantar?

Considere a área da base do pistão 300 cm^2 e sua massa desprezível.



PESQUISA INDIVIDUAL

Leia sobre as máquinas térmicas no texto “Calor e produção”, que faz um apanhado histórico e mostra a invenção e a evolução das máquinas térmicas, bem como as razões que levaram a sua descoberta e a seu aperfeiçoamento. Para a leitura, acesse <<http://www.if.usp.br/gref/termo/termo4.pdf>>, p. 105. Acesso em: 24 maio 2013. Depois da leitura do texto, responda às questões seguintes, complementando-as com outras informações que você coletou.

1. Você pode imaginar como era o dia a dia das pessoas na época em que ainda não existiam os refrigeradores ou os motores dos carros? Descreva alguma situação imaginada.

2. Como eles surgiram? Por que foram inventados? Em quais princípios físicos se baseiam?

O que eu aprendi...



TEMA 5:

MÁQUINAS TÉRMICAS

Hoje em dia, é comum vermos carros movidos a gasolina, a álcool, a diesel, a gás e até carros com duas opções de combustível (os chamados carros *flex*). É comum também o uso de geladeiras, ar-condicionado e aquecedores cada vez mais sofisticados. Mas o que esses equipamentos têm em comum? Como eles funcionam? Qual é a relação entre eles? Essas e outras questões vão nos permitir compreender melhor os processos e as transformações térmicas que ocorrem no funcionamento de equipamentos tão presentes em nossas vidas.

A evolução desses equipamentos é fruto de grandes transformações que ocorreram ao longo da história. Entender essa evolução significa compreender as profundas mudanças que aconteceram no decorrer dos séculos, no que diz respeito às relações sociais, econômicas e políticas. Elas tiveram impacto decisivo na forma e na organização da produção. Esse e outros assuntos são estudados pela termodinâmica e serão tratados nas próximas Situações de Aprendizagem.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 14 REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E MÁQUINAS TÉRMICAS

Você consegue se imaginar vivendo em um mundo sem geladeira, sem automóveis e sem eletricidade? Seria inviável a vida no mundo sem essas coisas, não? Pois é! Hoje vivemos em um mundo em que estamos tão dependentes da utilização dessas máquinas e desses equipamentos que, muitas vezes, nem nos damos conta do quanto eles estão presentes em nossas vidas. Esquecemos também os avanços conquistados com sua invenção e utilização. Nesta atividade, você fará uma pesquisa sobre um tema que relaciona a Física com a História, com a finalidade de compreender a relação entre o desenvolvimento das máquinas térmicas e as transformações da nossa sociedade.



PESQUISA INDIVIDUAL

Para responder às questões a seguir, pesquise em bibliotecas, enciclopédias, internet e, se possível, consulte e converse com um professor de História.

1. O que foi a primeira Revolução Industrial? Qual foi seu contexto histórico-social?
2. Qual foi a grande dificuldade técnica da época?
3. Quais eram os tipos de máquina térmica mais utilizados na Revolução Industrial?

4. Algumas dessas máquinas ainda são utilizadas?
5. Quais foram os principais fatores que motivaram o aperfeiçoamento dessas máquinas?
6. É possível encontrar influências desse período atualmente?

Organize uma apresentação dos resultados de sua pesquisa à turma, indicando as fontes que utilizou. Essa apresentação pode ser feita por meio de cartazes com textos, mapas e ilustrações. Conforme os recursos disponíveis e as sugestões do professor, é possível apresentar seu trabalho de outras maneiras.



As máquinas térmicas e a sociedade

Você deve ter percebido, por meio de sua pesquisa, o quanto foi difícil e demorado chegar às modernas máquinas térmicas que temos hoje e também o quanto elas transformaram as relações sociais. Todo o desenvolvimento das máquinas térmicas, desde as primitivas máquinas a vapor, esteve fortemente ligado à estrutura econômica e social da época.

O desenvolvimento da ciência e o trabalho dos cientistas não ocorrem em um mundo paralelo e distante do mundo em que vivemos. Da mesma maneira, a construção e o desenvolvimento de novos equipamentos e máquinas geralmente não surgem das ideias de uma única pessoa ou de uma pessoa desvinculada das questões e dos problemas de sua época.

No caso da evolução das máquinas térmicas, você pode perceber que elas vieram quase sempre acompanhadas de novos problemas e situações que precisavam ser resolvidos.

Para exemplificar, imagine a seguinte situação: você é morador de uma cidade pequena e pacata cujo abastecimento de água depende de uma mina profunda. A água é retirada dessa mina usando baldes ou tração animal. Considere que, em um curto intervalo de tempo, a população dessa cidade aumente bastante. Nesse caso, essa forma de abastecimento de água vai se tornar inviável. Será necessário então utilizar bombas de água cada vez mais eficazes para trazer a água até a superfície. Ou seja, a partir de um problema, tornou-se necessário aperfeiçoar uma máquina já existente, estimulando a busca de novas soluções. Assim, podemos estender esse raciocínio para outros setores de nossa vida, como alimentação, vestuário, transportes, entre outros.

A primeira Revolução Industrial incluiu mudanças drásticas na estrutura social e econômica. Ela teve início na Inglaterra, quando invenções e novas tecnologias criariam e viabilizariam o sistema industrial de máquinas de produção em grande escala, principalmente por meio das máquinas térmicas.

1. A partir da pesquisa que realizou, escreva um pequeno texto dissertativo a respeito do processo de industrialização, a partir da primeira Revolução Industrial, no século XVIII, impulsionada pela invenção das máquinas térmicas de uso comercial e industrial.



VOCÊ APRENDEU?



Com base nas pesquisas apresentadas, responda:

1. Qual era a finalidade das primeiras máquinas térmicas?

2. Quais mudanças aconteceram na sociedade a partir do surgimento das máquinas térmicas?

3. A necessidade de bombear água de minas de carvão levou ao desenvolvimento das máquinas térmicas no século XVII. Depois das bombas de água a vapor, qual outra máquina térmica teve grande influência na sociedade? Por que ela teve tanta influência? Explique.

4. Vivemos em um mundo em que as máquinas fazem parte de nossa vida desde que nascemos.

a) Imagine sua rotina diária e verifique quais máquinas térmicas fazem parte de sua vida.

b) O que mudaria em sua rotina diária se essas máquinas não existissem?



PARA SABER MAIS

Sites

Nos *sites* indicados, você encontra informações sobre a primeira Revolução Industrial. Eles fornecem detalhes históricos a respeito das transformações econômicas e sociais advindas desse período.

- Cultura Brasileira. Disponível em: <<http://www.culturabrasil.org/revolucaoindustrial.htm>>. Acesso em: 24 maio 2013.
- História do Mundo. Disponível em: <<http://www.historiadomundo.com.br/idade-moderna/revolucao-industrial>>. Acesso em: 24 maio 2013.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 15

ENTREVISTA COM UM MECÂNICO

Muito provavelmente você já deve ter ouvido pessoas dizerem, seja em uma conversa entre seus colegas, seja na televisão, ou deve ter lido em revistas, expressões como: “Meu carro é 1.0 – 16 válvulas!”, “Esse motor é muito potente!”, “Quero comprar um carro *flex*” ou, ainda: “Esse motor é de quatro tempos”. Mas o que todas essas expressões significam? O que elas têm a ver com o funcionamento do motor de um automóvel? A partir dessas questões, podemos compreender melhor o funcionamento básico dos processos que levam um carro a se movimentar, desde o consumo de combustível até a expulsão dos gases resultantes de sua queima. Então, para começar, nada melhor do que perguntar a quem mais entende do assunto: um mecânico de automóveis!



PESQUISA DE CAMPO

Os ônibus e os caminhões possuem motores que os fazem funcionar. São os chamados motores a combustão interna. Você sabe como esses motores funcionam? Será que você já viu um deles? Para começar a pesquisá-los, você entrevistará um mecânico. Veja se você, ou alguém de sua família, conhece algum mecânico ou descubra alguma oficina perto de sua casa ou da escola.

Para isso, elabore com seu grupo questões que considerem importantes para fazer a esse profissional. Lembre-se de que estamos interessados em usar as informações dessa entrevista para compreender e aprofundar nossos estudos sobre máquinas térmicas. No caso dessa atividade, o objetivo é compreender como funciona um motor a combustão, bem como comparar as semelhanças e as diferenças entre os diferentes tipos de motor.



Sugestões de perguntas

- Quais são as partes essenciais de um motor a combustão?
- Qual é a diferença entre um motor de quatro tempos e um de dois tempos?
- Como eles funcionam?
- Quais são as diferenças entre os motores a álcool, a gasolina e a diesel?
- Como funcionam os motores dos carros *flex*?

Após a realização da atividade, elabore um relatório que apresente a síntese de suas observações e seus aprendizados. Além de suas questões, o relatório deve conter o nome do entrevistado, o local em que trabalha e o tempo de experiência como mecânico. Combine com seu professor a data de entrega e a discussão desse relatório.

[illegible]

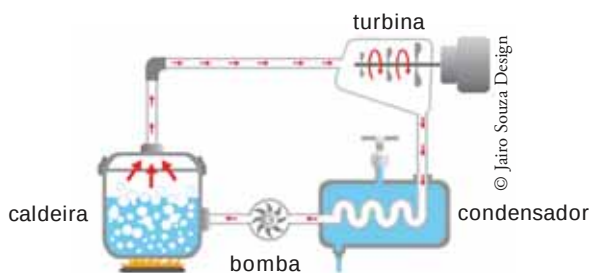


Leitura e análise de texto e imagem

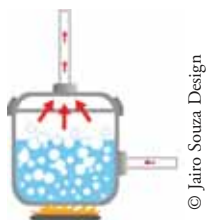
Nas aulas anteriores, você estudou e montou uma máquina térmica, a máquina de Heron, lembra? Uma turbina a vapor funciona de forma semelhante à máquina de Heron, transformando a energia interna do combustível, por meio de sua queima, em energia mecânica, representada pelo movimento da hélice da turbina, que pode ser usada em uma usina para produção de eletricidade.

Podemos dividir o processo de funcionamento de uma turbina a vapor em quatro etapas, que formam um ciclo que se repete. Esse ciclo se inicia com a produção de vapor a alta pressão em uma caldeira. O vapor passa por transformações, realiza trabalho e acaba sendo recolhido de volta para a caldeira na forma líquida.

As figuras a seguir ilustram cada uma das etapas do ciclo.

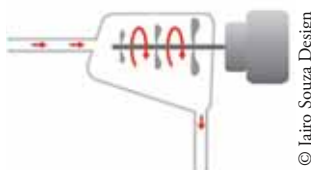


1. Caldeira



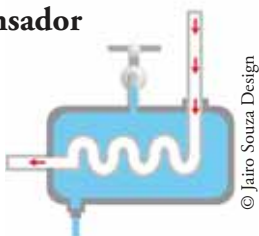
A água vaporiza a uma pressão constante, aumentando seu volume: transformação isobárica.

2. Turbina



O vapor se expande realizando trabalho. Como as hélices da turbina e o vapor estão à mesma temperatura e a transformação ocorre rapidamente, não há trocas de calor: expansão adiabática.

3. Condensador



O vapor passa para o estado líquido, trocando calor com o meio, diminuindo o volume a uma pressão constante.

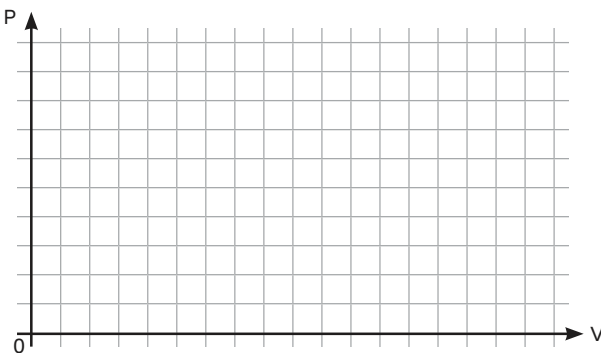
4. Bomba



A bomba, ao comprimir a água, aumenta sua pressão até que esta se iguale à pressão do interior da caldeira. Pelo fato de a água ser praticamente incompressível, podemos considerar esse processo isométrico.

Adaptado de: GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). *Leituras de Física: Física Térmica 4*. A todo vapor. São Paulo: GREF-USP/MEC-FNDE, 1998. p. 75. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/termo/termo4.pdf>>. Acesso em: 24 maio 2013.

1. Leia sobre as transformações ocorridas em cada etapa e construa, com seu professor, o diagrama da pressão (P) $\times$ volume (V) que representa o ciclo de funcionamento da turbina. Depois de feito o diagrama, note que a energia do combustível é usada tanto para fazer variar a energia interna da água e do vapor quanto para realizar trabalho ao girar o eixo da turbina. Com isso, uma parte da energia do vapor é cedida ao ambiente, outra parte é transformada em trabalho, e outra, reaproveitada no processo.

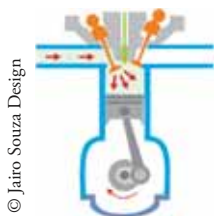


Leitura e análise de texto e imagem

As etapas de funcionamento de um motor a quatro tempos

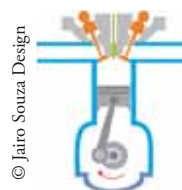
Assim como a turbina a vapor, o motor de um automóvel a gasolina ou a álcool também tem quatro etapas em seu funcionamento que formam um ciclo: são os quatro tempos do motor.

1. Admissão da mistura (combustível e ar): 1º tempo



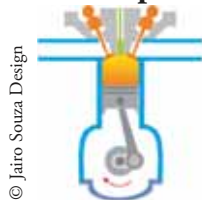
Abertura da válvula de admissão: enquanto o volume do gás aumenta, a pressão fica praticamente constante (transformação isobárica).

2. Compressão da mistura: 2º tempo



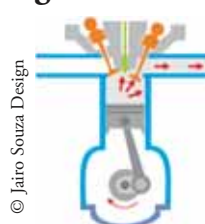
Enquanto o volume diminui, a pressão e a temperatura aumentam. Como o processo é muito rápido, não há troca de calor com o ambiente (transformação adiabática).

3. Explosão da mistura: 3º tempo



Com a faísca produzida pela vela de ignição, a mistura explode; inicialmente o volume do gás fica praticamente constante e ocorre grande aumento da temperatura e da pressão: transformação isométrica. Em seguida, enquanto o volume aumenta, a pressão e a temperatura diminuem (transformação adiabática).

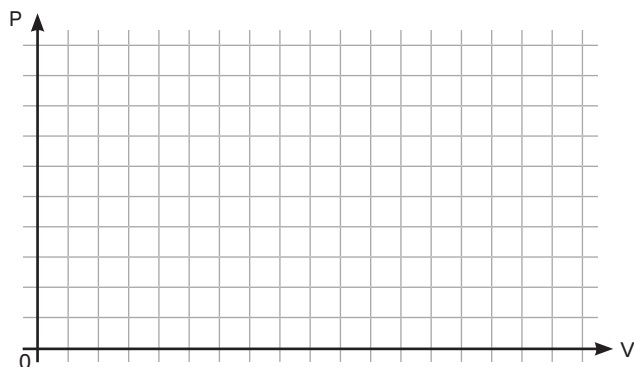
4. Escape dos gases: 4º tempo



Abertura da válvula de escape: o volume permanece o mesmo da parte ocupada do cilindro e a pressão diminui: transformação isométrica. Depois, enquanto o volume diminui, a pressão fica praticamente constante (transformação isobárica).

Adaptado de: GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). *Leituras de Física: Física Térmica 4. Cavalos de aço*. São Paulo: GREF-USP/MEC-FNDE, 1998. p. 79. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/termo/termo4.pdf>>. Acesso em: 24 maio 2013.

1. Da mesma forma que você fez para a turbina a vapor, construa, com seu professor, o diagrama da pressão (P) $\times$ volume (V) para o motor a quatro tempos. Fique atento às diferenças essenciais, pois a mistura que entra é diferente dos gases expulso, como o professor poderá esclarecer.



2. Após a construção do diagrama, compare-o com o ciclo de funcionamento da turbina a vapor de um motor. Explique quais são as diferenças.



VOCÊ APRENDEU?



Com as informações obtidas na entrevista com o mecânico e nas leituras anteriores, você deve ter compreendido como o motor funciona e qual é o papel de cada parte para seu funcionamento, bem como os ciclos que ele executa. A partir dessas informações, entre outras que você poderá obter por meio de pesquisa na internet, na biblioteca de sua escola e em seu livro didático, responda às questões.

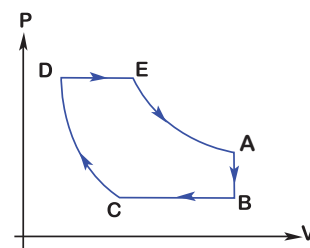
1. Os motores de quatro tempos só realizam trabalho no terceiro tempo. Como o motor obtém o impulso para começar a funcionar?

2. Quando queremos aumentar a velocidade do carro, “pisamos” no acelerador. Como o pedal do acelerador interfere no ciclo do motor? Explique.

3. Como funciona um motor de dois tempos? Quais são as partes principais desse motor? Como são os ciclos que ele executa? Quais são as diferenças desse motor para um de quatro tempos? Cite alguns exemplos de utilização de motores de dois tempos.

4. Um motor de automóvel está desregulado e solta faíscas antes do tempo. Descreva como funcionará o motor nesse caso.

5. Considere a máquina a vapor de uma locomotiva, cujo ciclo de operação é representado pelo gráfico da pressão (P) $\times$ volume (V). Analise o gráfico e associe, quando possível, cada trecho a etapas do que acontece na máquina a vapor. Levante hipóteses sobre as diferenças entre os trechos. Retome as etapas do ciclo da turbina a vapor e, se necessário, faça uma pesquisa em livros e *sites* para compreendê-las.



- Trecho AB:

- Trecho BC:

- Trecho CD:

- Trecho DE:

- Trecho EA:



PARA SABER MAIS

Sites

Nos *sites* a seguir, você encontra animações que mostram os ciclos de funcionamento dos motores.

- Ciclo de Otto. Disponível em: <<http://www.shermanlab.com/xmwang/javappl/ottoCyc.html>>. Acesso em: 24 maio 2013.
- Ciclo de Diesel. Disponível em: <<http://www.shermanlab.com/xmwang/javappl/dieselCyc.html>>. Acesso em: 24 maio 2013.
- Ciclo de Carnot. Disponível em: <<http://www.shermanlab.com/xmwang/javappl/carnotC.html>>. Acesso em: 24 maio 2013.

O que eu aprendi...

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....





SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 16

ENTREVISTA COM UM TÉCNICO EM REFRIGERAÇÃO

Acabamos de estudar o motor a combustão. Essencialmente, esse tipo de motor produz trabalho, ou seja, movimento, a partir da transformação da energia interna do combustível.

Outra máquina térmica é o refrigerador. Nesse tipo de máquina térmica é necessário que se retire o calor de dentro dos compartimentos dos refrigeradores para que os alimentos sejam resfriados ou congelados. Mas como isso é feito? Nesse caso, qual é a função do motor (compressor) da geladeira?

Novamente, para responder a essas e outras questões, melhor bater um papo com um técnico ou um especialista nesses assuntos.



PESQUISA DE CAMPO

Veja se você, ou alguém de sua família, conhece algum técnico ou descubra uma assistência técnica perto de sua casa ou da escola. Assim como foi feito na atividade anterior, elabore com seu grupo questões que considerem importantes para a entrevista e discuta o roteiro com seu professor.



Sugestões de perguntas

- Como funciona uma geladeira?
- Qual gás é utilizado nas geladeiras?
- Por qual razão ambiental o CFC tem sido substituído?
- Quais são as partes essenciais de uma geladeira?
- Como funciona cada uma dessas partes?
- Qual é a diferença entre um *freezer* e uma geladeira?
- Como o *freezer* funciona?
- Como é possível a geladeira ligar e desligar sozinha?
- Para que serve a grade que fica atrás da geladeira?

Tome nota!

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



Leitura e análise de texto e imagem

Observe a geladeira de sua casa: o que ela tem em comum e o que tem de diferente do motor de um carro? E o que tem de semelhante em relação ao ciclo da turbina a vapor? Pois bem, veja só: no motor do carro, uma combustão gera calor capaz de movimentá-lo. Já a geladeira necessita de um motor (compressor) para retirar calor do seu interior e jogar no ambiente externo, ou seja, ela funciona com um ciclo inverso ao dos motores a combustão e das turbinas a vapor. Além disso, há várias outras diferenças, como a substância de operação, que não é vapor-d'água, mas um fluido mais volátil. Ele “carrega o calor”, é comprimido no motor (compressor) da geladeira e circula pelas tubulações existentes no equipamento. Nas geladeiras e nos demais refrigeradores, é necessário que se utilize o trabalho para bombear calor. Observe a seguir o ciclo dos refrigeradores.

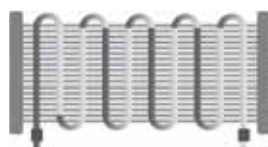
1. Compressor



© Jairo Souza Design

Em razão da rapidez com que ocorre a compressão, ela pode ser considerada adiabática. A temperatura e a pressão se elevam. Como não há trocas de calor ($Q = 0$), o trabalho realizado pelo compressor é equivalente à variação de energia interna da substância ($1 \rightarrow 2$).

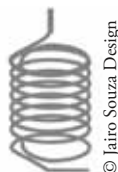
2. Radiador



© Jairo Souza Design

Inicialmente ocorre uma diminuição de temperatura a uma pressão constante ($2 \rightarrow 3$), seguida de uma diminuição isobárica e isotérmica do volume, condensação ($3 \rightarrow 4$). O calor trocado corresponde ao resfriamento do gás e ao calor de condensação.

3. Válvula descompressora



© Jairo Souza Design

Essa descompressão pode ser considerada adiabática em razão da rapidez com que ocorre: a pressão diminui e o volume aumenta ($4 \rightarrow 5$).

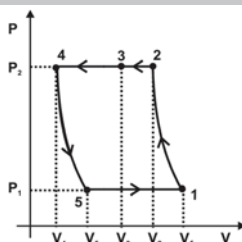
4. “Congelador” (evaporador)



© Jairo Souza Design

O freon troca calor com o interior da geladeira a uma pressão e a uma temperatura constantes, expandindo-se à medida que se vaporiza (calor latente de vaporização) ($5 \rightarrow 1$).

Representação gráfica do ciclo completo de um refrigerador



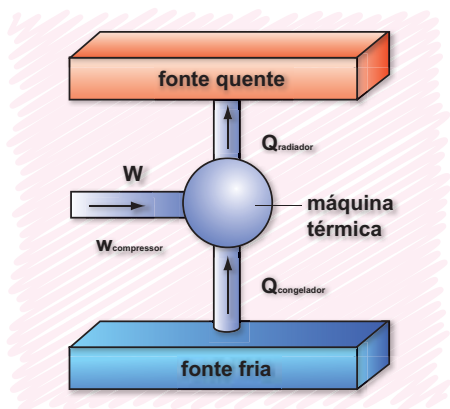
GRAF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). *Leituras de Física: Física Térmica 4. O gelo ao alcance de todos*. São Paulo: GRAF-USP/MEC-FNDE, 1998. p. 83. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/graf/termo/termo4.pdf>>. Acesso em: 24 maio 2013.

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

O refrigerador e os dois princípios da Termodinâmica

Nos refrigeradores, em cada ciclo, a quantidade de calor cedida para o meio ambiente por meio do condensador é igual à quantidade de calor retirada do interior da geladeira mais o trabalho realizado pelo compressor. Dessa forma, matematicamente temos:

$$Q_{\text{radiador}} = Q_{\text{congelador}} + W_{\text{compressor}}$$



© Lie Kobayashi

- É no radiador que a substância de operação se condensa ao perder calor para o ambiente.
- Congelador é um evaporador da substância de operação que, ao evaporar, toma calor do que estiver em contato com essa substância.

Repare que, nos refrigeradores, o calor não flui espontaneamente da fonte quente para a fonte fria, como acontece no motor a combustão.

Sabemos que naturalmente o calor vai do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura até que se estabeleça o equilíbrio térmico. No caso, o compressor faz com que esse processo aconteça ao contrário, isto é, que se gaste energia para que se retire calor da parte interna da geladeira, ou seja, da fonte fria (ou congelador), e ceda para a fonte quente (ou radiador, que fica atrás da geladeira). Esse é um processo forçado, que gasta energia, no caso elétrica, para fazer o compressor funcionar. Esse resultado corresponde ao segundo princípio da termodinâmica, que pode ser assim enunciado:

“É impossível uma máquina térmica que, operando em ciclos, transforme todo o calor em trabalho”. Ou ainda:

“O calor não flui de maneira espontânea da fonte fria para a fonte quente”.



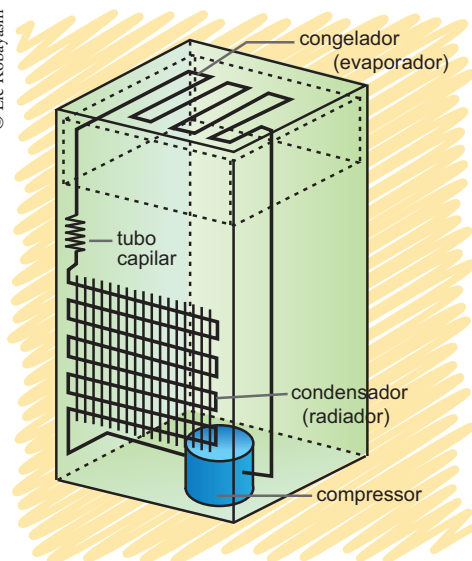
VOCÊ APRENDEU?



Com as informações obtidas na entrevista com o técnico em refrigeração e na leitura do texto anterior, você deve ter compreendido como funciona e qual é o papel das partes da geladeira para o seu funcionamento, bem como os ciclos que ela executa. A partir dessas informações, entre outras que você poderá obter por meio de pesquisas em *sites*, na biblioteca de sua escola e em seu livro didático, responda às questões.

1. Com base no esquema do refrigerador, descreva o funcionamento do ciclo da geladeira, desde a circulação do fluido pelo compressor até o retorno dele ao ser aspirado novamente para o compressor, realizando um ciclo completo.

© Lie Kobayashi



2. Qual é a diferença entre o funcionamento de uma geladeira e o de um *freezer*? Explique.

3. Aponte e explique a semelhança entre o funcionamento de uma geladeira e o de um condicionador de ar.

4. Um refrigerador rejeita para o ambiente uma quantidade de calor de 800 cal durante certo intervalo de tempo. Nesse tempo, a quantidade de calor que ele retira do interior da geladeira é maior, menor ou igual a 800 cal? Justifique.

5. Uma pessoa, que deseja resfriar uma sala na qual existe uma geladeira, pensou o seguinte: “Vou fechar as janelas e as portas da sala e abrir a porta da geladeira. Com isso a sala vai esfriar”. A ideia da pessoa vai funcionar? Por quê?



LIÇÃO DE CASA



Para a próxima aula, faça uma pesquisa sobre o rendimento de diferentes tipos de motor. Para isso, leia o roteiro da Situação de Aprendizagem 17 e complete a tabela a seguir.

Motor	Rendimento (%)
Motores a diesel (fábricas e locomotivas)	32 a 38
Turbinas a vapor, usinas termelétricas	16 a 30
Motores a gasolina	
Motores elétricos	
Locomotivas a vapor	



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 17

PESQUISANDO A POTÊNCIA E O RENDIMENTO

Quando um carro está em movimento e queremos que sua velocidade aumente, basta “pisar no acelerador”, certo? Mas o que será que ocorre nesse momento no interior do motor? O que acontece é o mesmo para qualquer carro ou varia? O que o consumo de combustível tem a ver com essa situação? O que determina que um carro seja mais potente ou possua maior rendimento do que outro? Essas questões são, muitas vezes, determinantes na escolha de qual carro comprar ou como obter carros com motores mais eficientes e econômicos. Na atividade seguinte, você pesquisará e compreenderá o que “está por trás” da potência e do rendimento das máquinas térmicas.



PESQUISA INDIVIDUAL

O que é mais potente: o motor de um Fusca ou o de um carro de Fórmula 1? O motor de um avião ou o de uma locomotiva? O de uma geladeira ou o de um ar-condicionado? Perguntas como essas parecem ser respondidas facilmente, principalmente na comparação entre o Fusca e o carro de Fórmula 1, não é mesmo? Contudo, como se define que um equipamento é mais potente que outro? E como isso acontece com relação aos motores?

Nas revistas especializadas em automóveis, sempre lemos o termo “rendimento”. O que ele significa? Como é determinado?

Para responder a essas perguntas, você deverá fazer uma pesquisa e, ao final, criar uma tabela comparativa, explicitando aquilo que encontrou. Procure na internet, em livros, revistas especializadas, manuais técnicos etc.



Dica!

Para auxiliar sua pesquisa, tente responder às perguntas a seguir.

1. Qual carro é mais potente, 1.8 ou 2.0? Por quê?
2. Qual motor é mais potente: a gasolina, a diesel ou a álcool?
3. O que significa a potência de um motor? Como ela pode ser calculada?
4. O que significa o rendimento de um motor? Como ele pode ser calculado?
5. Compare os rendimentos de uma turbina a vapor, de um motor a gasolina e de um motor a diesel. Por que são diferentes?
6. Pode um motor ter 100% de rendimento? Justifique sua resposta.

Tome nota!

As perguntas indicadas são sugestões que devem guiar sua pesquisa. Além de motores a gasolina, a diesel, a álcool e a vapor, faça uma tabela comparativa com as máquinas que quiser. Após a realização da atividade, elabore um relatório que apresente suas observações e sintetize o que aprendeu.



Leitura e análise de texto

Expressões como “potência” e “rendimento” das máquinas, em geral, são bastante difundidas entre nós, principalmente pelos meios de comunicação, como TV, jornais e revistas. Contudo, muitas vezes, os termos “potência” e “rendimento” nos causam certa confusão. Como esses dois conceitos se relacionam?

Pois bem, de forma simplificada, podemos dizer que o motor mais potente é aquele capaz de realizar uma mesma quantidade de trabalho em um tempo menor. Isso significa que certa quantidade de combustível, ao liberar energia como calor na explosão, é transformada em energia útil mais rapidamente. Matematicamente, podemos escrever a potência (P) como:

$$P = \frac{W}{\Delta t}$$

Em que:

W = Trabalho

Δt = Tempo gasto para o trabalho ser realizado

Já o rendimento informa quanto trabalho é produzido com relação ao calor resultante da explosão da mistura do combustível com o ar. Dessa forma, a quantidade de combustível injetada na câmara de combustão tem relação direta com a intensidade da explosão capaz de, ao final do processo, produzir o movimento do automóvel.

Matematicamente, podemos escrever o rendimento (η) da seguinte forma:

$$\eta = \frac{W}{Q}$$

Como $W = Q_{\text{quente}} - Q_{\text{fria}}$, e, idealmente (ou seja, em ciclo reversível), as temperaturas (T) da fonte fria e quente (em Kelvin) são diretamente proporcionais à quantidade de calor (Q) tanto da fonte fria quanto da fonte quente, pode-se concluir que:

$$\eta = \frac{T_{\text{quente}} - T_{\text{frio}}}{T_{\text{quente}}}$$

Esse é o maior rendimento possível para uma máquina operando entre essas temperaturas.

1. Explique, do ponto de vista termodinâmico, por que os modelos de carro “mil”, ou 1.0, devem ser menos potentes que os modelos de carro 1.6.

2. Cite dois fatores que contribuem para aumentar o rendimento dos motores de automóveis.



VOCÊ APRENDEU?



1. O que acontecerá ao rendimento de uma máquina térmica se a temperatura da fonte que emite calor for reduzida em relação à fonte que recebe esse mesmo calor? Explique.

2. Por que um aparelho de ar-condicionado consegue esfriar uma sala fechada e um refrigerador de porta aberta não consegue esfriar uma cozinha? O que seria necessário fazer para que o refrigerador funcionasse como o ar-condicionado?

3. Por que um refrigerador que contém certa quantidade de alimentos consome mais energia estando em uma sala mais quente do que quando se encontra em uma sala mais fria? Explique.

4. A queima de combustível no motor de um automóvel produz energia de 176 000 J, dos quais 43 000 J são aproveitados no movimento do carro, isto é, para fazer o trabalho. Quanto de energia não foi aproveitada? Em que ela foi “perdida”? Qual é o rendimento desse motor?



LIÇÃO DE CASA



Para a próxima aula, você deverá fazer uma pesquisa. Para isso, leia a Situação de Aprendizagem 18 e procure responder à seguinte questão: por que temos de economizar energia, apesar de a Física dizer que ela sempre se conserva?



PARA SABER MAIS

Sites

Como você deve ter percebido, as máquinas térmicas possuem baixo rendimento. Por isso, esforços crescentes, aliados a novas tecnologias de materiais, são realizados com o objetivo de melhorar o rendimento das máquinas.

Há muitos *sites* que destacam pesquisas recentes sobre o assunto. Leia alguns artigos disponíveis no *site* Inovação Tecnológica (acesso em: 24 maio 2013):

- <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010115070312>>.
- <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010115021114>>.
- <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010115070126>>.

TEMA 6:

ENTROPIA E DEGRADAÇÃO DA ENERGIA

Você economiza energia? Você usa a energia de forma consciente e racional, evitando desperdícios? Essas perguntas são feitas em programas de TV, rádio, jornais e revistas e até por seus pais.

A partir da segunda metade do século XX, principalmente com a industrialização, a população passou a buscar mais conforto e praticidade no cotidiano. Isso fez com que inúmeros produtos fossem desenvolvidos, criados e colocados no mercado nesses últimos 60 anos, causando o aumento da produção industrial e o consequente crescimento do consumo de energia.

Esse consumo de energia tem se tornado motivo de preocupação por parte dos governos em todo o mundo, pois o desenvolvimento econômico está diretamente relacionado ao aumento do consumo de energia.

Daí a necessidade de ampliação da matriz energética para incluir outras formas de geração de energia e a busca de novas formas de energia renovável que garantam o desenvolvimento econômico e a sustentabilidade da vida no planeta. A utilização da energia e suas fontes, bem como sua conservação e degradação, são os assuntos abordados neste tema.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 18

UMA PERGUNTA INTRIGANTE: POR QUE TEMOS DE ECONOMIZAR ENERGIA, JÁ QUE A FÍSICA DIZ QUE ELA SEMPRE SE CONSERVA?

A partir do que estudamos, é possível perceber o quanto dependemos de processos que envolvem transformação de energia. Vimos que usamos a energia proveniente do Sol quando, por exemplo, nos alimentamos e utilizamos a energia armazenada nas plantas pela fotossíntese. Da mesma forma, vimos que a queima do gás de cozinha transforma energia química em energia térmica, ao utilizarmos o fogão no momento de cozinhar os alimentos. Sabemos que a energia armazenada nos combustíveis é utilizada nos diversos meios de transporte, transformando-se em energia cinética, e por aí vai...

Nas mais variadas situações sabemos que a energia se transforma. Contudo, no total, a energia se conserva. O princípio da conservação da energia é um dos mais fundamentais da natureza.

Mas, pensando nisso, surge uma questão: frequentemente a mídia discute a crise energética, o excesso no consumo de energia e a necessidade de racionalização de seu uso. Ora, se a energia se conserva, significa que ela não se perde. Então, por que se fala em crise de energia? Por que se preocupar com seu consumo? A energia pode acabar?

Depois das consultas, das discussões em grupo e das exposições do professor sobre a degradação da energia (crescimento da entropia), redija um pequeno texto dirigido a um leitor que tenha enviado a questão para uma revista de divulgação científica, justificando por que é necessário economizar energia, ainda que ela se conserve. Escolha um título que considere sugestivo e que desperte interesse no leitor.

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



Leitura e análise de texto

Águas passadas não movem moinhos

O tempo todo os sistemas ao nosso redor estão transformando energia, e, nessas transformações, o calor, em maior ou menor quantidade, está sempre presente.

Na cozinha de sua casa a queima do gás transforma energia química em energia térmica utilizada para cozinhar os alimentos, que, por sua vez, funcionam como combustível do nosso corpo.

O compressor de sua geladeira faz o trabalho de comprimir o gás refrigerante que depois se condensa e se vaporiza, retirando, nessas transformações, o calor do interior da geladeira e liberando-o para o exterior. Nos motores a combustão, há transformação da energia química do combustível em energia cinética para o movimento dos carros. A energia que converte água em vapor nas usinas termelétricas também provém da queima do combustível.

No estudo que realizamos das máquinas térmicas, como as turbinas a vapor, os motores a combustão e as geladeiras, vimos que é possível calcular o trabalho produzido a partir de uma quantidade de calor fornecida ou retirada: $Q = \Delta U + W$. Em todos esses processos, a energia total do sistema é conservada. Entretanto, sempre há “perdas” essenciais e qualquer motor necessariamente libera calor que não se transforma em trabalho. Não conseguimos, por exemplo, produzir um carro cujo motor não esquente.

Para que qualquer ciclo prossiga, é preciso restaurar a condição inicial. Em uma hidrelétrica, por exemplo, a energia potencial da queda-d’água só estará novamente disponível se houver reposição de água nos reservatórios da usina por meio dos processos de evaporação, condensação e precipitação, que dependem da radiação solar e da gravidade terrestre.

Uma parte da energia é sempre degradada em qualquer ciclo, e os fenômenos reais são, portanto, irreversíveis.

Elaborado por Estevam Rouxinol especialmente para o São Paulo faz escola.

1. O título do texto que você acabou de ler se refere a um ditado popular: “Águas passadas não movem moinhos”. A partir desse ditado popular, relacione o calor produzido pelo movimento de um motor a combustão com a possibilidade de sua reutilização.



Leitura e Análise de texto

Entropia: medida da desordem do Universo

O conceito de entropia está diretamente ligado à ideia de degradação da energia, ou seja, da perda da capacidade de sua reutilização. Ao transformar energia de uma forma em outra, utilizando máquinas, sempre contribuímos para aumentar a energia desordenada (calor) do meio ambiente. A entropia seria uma medida dessa desordem, portanto, de acordo com a segunda Lei da Termodinâmica, a entropia sempre aumenta.

Ordem e desordem do Universo

Para a Física, um sistema ordenado é aquele no qual determinada quantidade de objetos está disposta de forma regular e previsível. Uma metáfora para um sistema ordenado seriam as contas de um colar, presas em um fio por ordem de tamanho ou alternância de cores. Mas se o fio arrebenta e as contas caem e se espalham, tem-se um sistema desordenado, pois a tendência espontânea seria as contas se dispersarem e crescer sua desordem, exceto se procurarmos uma a uma, para compor de novo o colar, o que seria algo não espontâneo.

O segundo princípio da Termodinâmica e suas faces

Todas as transformações que ocorrem na natureza, sejam elas mecânicas, elétricas, químicas ou biológicas, acontecem respeitando os dois princípios da termodinâmica que já abordamos.

O primeiro princípio é o da conservação da energia, que diz que a energia pode ser convertida de uma forma em outra, mas não pode ser criada nem destruída. Se a energia que se apresentava sob uma forma tiver desaparecido, a mesma quantidade de energia, sob alguma outra forma, terá de surgir em algum lugar.

Apesar de ser o princípio mais conhecido e mais utilizado, se for considerado isoladamente, poderia sugerir a possibilidade ilimitada de utilização dos recursos energéticos do nosso planeta, pois deixa aberta a possibilidade de que existem processos que possam converter contínua e totalmente o trabalho em calor e vice-versa. Ele não define um sentido preferencial para a conversão da energia.

O segundo princípio estabelece os limites naturais da possibilidade de converter calor em trabalho e pode ser enunciado das seguintes formas:

“É impossível construir uma máquina que converta continuamente todo o calor em trabalho”.

“O calor não flui espontaneamente de um corpo frio para um corpo quente”.

Qualquer processo que ocorra em um sistema isolado torna-o mais desordenado com o passar do tempo”.

No fim, todos esses enunciados tratam da mesma coisa: as restrições no modo como o calor e outras formas de energia podem ser transferidos e utilizados para realizar trabalho.

As leis da Termodinâmica, associadas aos princípios de conservação da mecânica, ampliam nossa capacidade de compreensão dos processos físicos como a manutenção da vida no planeta, bem como o da intervenção humana nos processos naturais.

Elaborado por Estevam Rouxinol especialmente para o São Paulo faz escola.

1. Como a segunda Lei da Termodinâmica se relaciona com o sentido do fluxo de calor? Explique.

2. Dê um exemplo diferente dos que foram tratados em aula entre energia organizada e energia desorganizada.

3. Entre os fenômenos descritos a seguir, qual é reversível e qual é irreversível? Justifique.

a) A quebra de uma garrafa vazia.

b) O envelhecimento de uma pessoa.

c) Romper uma porta, quebrando-a.

d) A queima de um pedaço de lenha.

e) A perfuração de um pneu.

f) O abrir de uma porta, normalmente.

4. Como você compararia ou distinguiria a primeira e a segunda Lei da Termodinâmica?



LIÇÃO DE CASA



Para a próxima aula, faça uma pesquisa sobre o balanço energético brasileiro realizado pelo Ministério de Minas e Energia (MME). Você pode consultar *sites* e ler a Situação de Aprendizagem 19.



PARA SABER MAIS

Sites

Um tema interessante a respeito da possibilidade de obter um sistema que possa gerar trabalho indefinidamente pode ser encontrado nos seguintes *sites*:

- Inovação tecnológica. Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010115070705>>. Acesso em: 24 maio 2013.
- Feira de Ciências. Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala25/25_C04.asp>. Acesso em: 24 maio 2013.

Depois de realizadas as leituras dos *sites* indicados, responda:

1. Você acha possível construir um moto-perpétuo, ou seja, um sistema que produz o trabalho sem utilizar nenhuma energia? Em caso negativo, explique fisicamente por quê. Em caso afirmativo, ele não poderia ser ligado ao eixo de um gerador elétrico e produzir energia elétrica sem nenhum custo? Justifique sua resposta.

[illegible]

O que eu aprendi...



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 19

O BALANÇO ENERGÉTICO DO BRASIL E OS CICLOS DE ENERGIA NA TERRA

O uso de energia é essencial à vida humana, pois proporciona recursos para o aquecimento, para cozinhar, para os transportes e para o trabalho em geral, ou seja, a questão energética interfere em todos os setores sociais e econômicos. Nas diversas atividades de produção ou na distribuição de bens de consumo e de serviços, tem sido necessária uma quantidade cada vez maior de energia, associada ao crescente desenvolvimento econômico.

A disponibilidade de energia e seu uso são também fontes constantes de preocupação, pois colocam em risco o crescimento do país e da vida no planeta. Por isso, são adotadas e incentivadas, com maior intensidade, medidas que visam racionalizar o uso da energia existente e aumentar a produção de “energias limpas” e renováveis.

Conhecer e caracterizar o ciclo de energia natural e suas fontes, associadas às suas diferentes formas de consumo no país, nos permitirá perceber as vantagens, as desvantagens e os impactos de sua utilização, além de nos estimular a usar energias renováveis.



PESQUISA INDIVIDUAL

Basta ligar a televisão para ouvir falar em crise energética, fontes de energia renováveis, biodiesel etc. Além disso, podemos perceber que o tempo todo nossa interação com o mundo é regida pelo consumo e pelo reabastecimento de energia.

Mas, afinal de contas, de onde vem a energia? Para onde ela vai?

Para responder a essa pergunta, você deverá entrar no *site* do Ministério de Minas e Energia (MME) (<<http://www.mme.gov.br/mme>>; acesso em: 23 maio 2013) e buscar informações sobre o Balanço Energético Nacional (BEN), divulgado anualmente.

Nele, você encontrará inúmeras informações sobre a matriz energética do país, como demanda e fontes em diferentes setores da sociedade e em diversas regiões, e dados comparativos em relação ao mundo. Há também outras fontes de informação que seu professor pode sugerir.

Procure as seguintes informações:

1. Qual é, anualmente, a porcentagem da energia mundial utilizada pelo Brasil?
2. Qual é o consumo total da energia do país em seu equivalente em petróleo (TEP – Tonelada Equivalente de Petróleo)?

Organize as informações solicitadas de forma clara e sucinta, relacionando os dados que obteve e a resposta a que chegou. Se necessário, apresente tabelas e gráficos que contenham essas informações. Sistematize os dados e as conclusões em um breve relatório.

[illegible]



Leitura e análise de texto

Fontes e formas de energia

Hoje, discutem-se fontes renováveis e não renováveis de energia. Você sabe a diferença entre ambas? Sabe de onde vem, por exemplo, o petróleo utilizado na obtenção da gasolina? De onde vêm a água usada pelas usinas hidrelétricas, o gás ou óleo combustível usado em termelétricas e o urânio das usinas nucleares? O que esses elementos têm de diferente da biomassa da cana ou da lenha (que é uma transformação da energia solar), da energia eólica (produzida pelos ventos) ou mesmo da energia das marés?

É grande a diversidade das fontes de energia. Elas podem ser classificadas de acordo com sua origem, seu tempo de reposição e sua utilização.

As fontes que se originam de processos fundamentais da natureza, como o petróleo, a energia nuclear ou a gravitacional (hidráulica), são chamadas primárias. Já aquelas que derivam dessas fontes, como a energia elétrica, representam transformações ou conversões e são chamadas de secundárias.

Energia limpa e renovável

Outro critério utilizado consiste em classificar as fontes em renováveis ou não, sendo esse um dos critérios importantes para a discussão a respeito das vantagens e das desvantagens de seu uso no mundo. A busca pela utilização cada vez maior de energia limpa e renovável tem sido objeto de grandes investimentos, evitando a poluição e o efeito estufa e permitindo a ampliação da matriz energética necessária para o crescimento dos países.

Elaborado por Estevam Rouxinol especialmente para o São Paulo faz escola.

1. Na tabela a seguir, encontram-se algumas fontes que podem ser utilizadas para gerar energia, de forma direta ou indireta. Com base no texto, marque um x informando se a fonte é renovável ou não e se é primária ou secundária, conforme o exemplo já sugerido. A seguir, em seu caderno, explique o critério para classificar a energia em renovável ou não renovável.

Fonte de energia	Fonte primária	Fonte secundária	Renovável	Não renovável
Petróleo	X	–	–	X
Água represada				

Urânio				
Lenha				
Vento				
Álcool				
Sol				
Carvão mineral				
Gás natural				
Biodiesel				
Ondas do mar				
Bagaço da cana				



Leitura e análise de texto e imagem

O ciclo do carbono

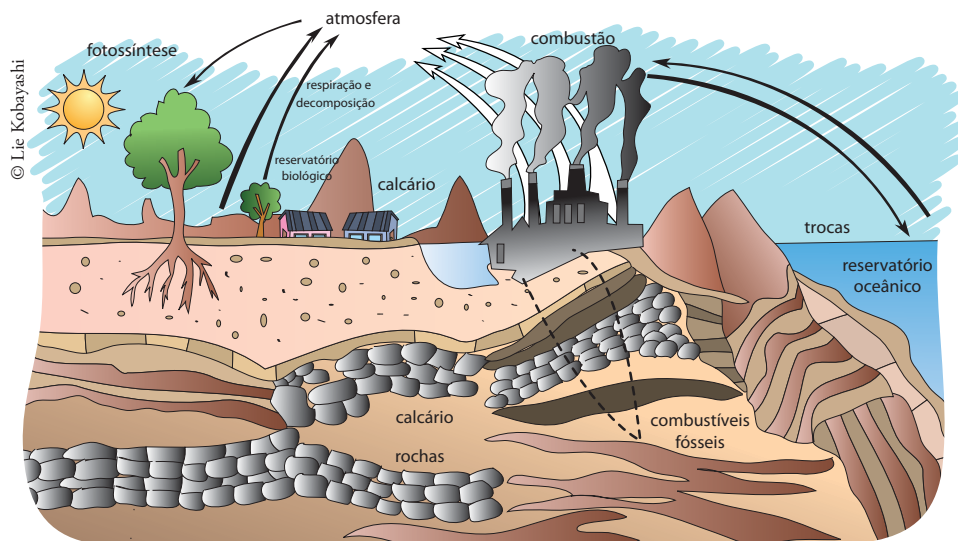
Considerando a grande quantidade de transformações que ocorrem na Terra, a fotossíntese, a respiração e a decomposição, além de promoverem a “circulação” da energia proveniente do Sol, também são responsáveis pela circulação de um importante elemento químico, o carbono.

O gás carbônico dissolve-se nas águas oceânicas entrando em contato com os íons de cálcio, que vão sendo depositados lenta e continuamente no fundo dos oceanos. Ao longo de milhões de anos esses materiais originam rochas como o calcário ou o mármore.

Os esqueletos e carapaças dos seres marinhos, como lagostas, caranguejos, corais, mariscos etc., são constituídos de carbonato de cálcio, a mesma substância que constitui o mármore. Esses animais retiram o gás carbônico e os íons de cálcio diretamente da água do mar e, quando morrem, também vão contribuir para a formação de carbonatos que poderão formar rochas.

A atmosfera, os vegetais, os animais e os oceanos são verdadeiros reservatórios de carbono do nosso planeta e os átomos de carbono migram de um reservatório a outro, por meio de processos intimamente relacionados, como a fotossíntese, a respiração e a decomposição, constituindo o ciclo do carbono.

A figura a seguir ilustra o ciclo do carbono, mas é preciso lembrar que o petróleo é resultado, em uma fase antequíssima desse ciclo, pela retenção e compressão de restos fósseis de micro-organismos oceânicos, ou seja, não é feito da carcaça de dinossauros.



Adaptado de: GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). *Leituras de Física: Física Térmica 2*. Sol: a fonte da vida. São Paulo: GREF-USP/MEC-FNDE, 1998. p. 24. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/gref/termo/termo2.pdf>>. Acesso em: 23 maio 2013.

1. Como você pode associar o ciclo do carbono descrito no texto com o ciclo da própria energia envolvida nesse processo? Explique.

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



VOCÊ APRENDEU?



1. O petróleo é um combustível de origem fóssil. Como o petróleo se relaciona com o ciclo do carbono?

2. Considere a afirmação: “A maior parte da energia que a Terra recebe e utiliza vem dos processos conhecidos de produção de energia no Sol. Essa energia tanto é usada para a alimentação dos animais e das pessoas quanto para o funcionamento de todas as máquinas que você conhece”. Você concorda com essa afirmação? Justifique.

3. O álcool é uma fonte renovável de energia. Ele participa do ciclo do carbono? Qual é a vantagem do uso do álcool como combustível?

CONCEPÇÃO E COORDENAÇÃO GERAL NOVA EDIÇÃO 2014-2017

COORDENADORIA DE GESTÃO DA EDUCAÇÃO BÁSICA – CGEB

Coordenadora
Maria Elizabete da Costa

**Diretor do Departamento de Desenvolvimento
Curricular de Gestão da Educação Básica**
João Freitas da Silva

**Diretora do Centro de Ensino Fundamental
dos Anos Finais, Ensino Médio e Educação
Profissional – CEFAF**
Valéria Tarantello de Georgel

**Coordenadora Geral do Programa São Paulo
faz escola**
Valéria Tarantello de Georgel

Coordenação Técnica
Roberto Canossa
Roberto Liberato
Suely Cristina de Albuquerque Bomfim

EQUIPES CURRICULARES

Área de Linguagens

Arte: Ana Cristina dos Santos Siqueira, Carlos
Eduardo Povinha, Kátia Lucila Bueno e Roseli
Ventrela.

Educação Física: Marcelo Ortega Amorim, Maria
Elisa Kobs Zacarias, Mirna Leia Violin Brandt,
Rosângela Aparecida de Paiva e Sergio Roberto
Silveira.

**Língua Estrangeira Moderna (Inglês e
Espanhol):** Ana Paula de Oliveira Lopes, Jucimeire
de Souza Bispo, Marina Tsunokawa Shimabukuro,
Neide Ferreira Gaspar e Sílvia Cristina Gomes
Nogueira.

Língua Portuguesa e Literatura: Angela Maria
Baltieri Souza, Clarícia Akemi Eguti, Idê Moraes dos
Santos, João Mário Santana, Kátia Regina Pessoa,
Mara Lúcia David, Marcos Rodrigues Ferreira, Roseli
Cordeiro Cardoso e Rozeli Frasca Bueno Alves.

Área de Matemática

Matemática: Carlos Tadeu da Graça Barros,
Ivan Castilho, João dos Santos, Otavio Yoshio
Yamanaka, Rodrigo Soares de Sá, Rosana Jorge
Monteiro, Sandra Maira Zen Zacarias e Vanderley
Aparecido Cornatione.

Área de Ciências da Natureza

Biologia: Aparecida Kida Sanches, Elizabeth
Reymi Rodrigues, Juliana Pavani de Paula Bueno e
Rodrigo Ponce.

Ciências: Eleuza Vania Maria Lagos Guazzelli,
Gisele Nanini Mathias, Herbert Gomes da Silva e
Maria da Graça de Jesus Mendes.

Física: Carolina dos Santos Batista, Fábio
Bresighello Beig, Renata Cristina de Andrade
Oliveira e Tatiana Souza da Luz Stroeymeyte.

Química: Ana Joaquina Simões S. de Matos
Carvalho, Jeronimo da Silva Barbosa Filho, João
Batista Santos Junior e Natalina de Fátima Mateus.

Área de Ciências Humanas

Filosofia: Emerson Costa, Tânia Gonçalves e
Teônia de Abreu Ferreira.

Geografia: Andréia Cristina Barroso Cardoso,
Débora Regina Aversan e Sérgio Luiz Damiati.

História: Cynthia Moreira Marcucci, Maria
Margarete dos Santos e Walter Nicolas Otheguy
Fernandez.

Sociologia: Alan Vitor Corrêa, Carlos Fernando de
Almeida e Tony Shigueki Nakatani.

PROFESSORES COORDENADORES DO NÚCLEO
PEDAGÓGICO

Área de Linguagens

Educação Física: Ana Lucia Steidle, Eliana Cristine
Budisk de Lima, Fabiana Oliveira da Silva, Isabel
Cristina Albergoni, Karina Xavier, Katia Mendes
e Silva, Liliane Renata Tank Gullo, Marcia Magali
Rodrigues dos Santos, Mônica Antonia Cucatto da
Silva, Patrícia Pinto Santiago, Regina Maria Lopes,
Sandra Pereira Mendes, Sebastiana Gonçalves
Ferreira Viscardi, Silvana Alves Muniz.

Língua Estrangeira Moderna (Inglês): Célia
Regina Teixeira da Costa, Cleide Antunes Silva,
Ednéa Boso, Edney Couto de Souza, Elana
Simone Schiavo Caramano, Eliane Graciela
dos Santos Santana, Elisabeth Pacheco Lomba
Kozokoski, Fabiola Maciel Saldão, Isabel Cristina
dos Santos Dias, Juliana Munhoz dos Santos,
Kátia Vitorian Gellers, Lídia Maria Batista
Bomfim, Lindomar Alves de Oliveira, Lúcia
Aparecida Arantes, Mauro Celso de Souza,
Neusa A. Abrunhosa Tápias, Patrícia Helena
Passos, Renata Motta Chicoli Belchior, Renato
José de Souza, Sandra Regina Teixeira Batista de
Campos e Silmara Santade Masiero.

Língua Portuguesa: Andrea Righeto, Edilene
Bachega R. Viveiros, Eliane Cristina Gonçalves
Ramos, Graciana B. Ignacio Cunha, Letícia M.
de Barros L. Viviani, Luciana de Paula Diniz,
Márcia Regina Xavier Gardenal, Maria Cristina
Cunha Riondet Costa, Maria José de Miranda
Nascimento, Maria Márcia Zamprônio Pedroso,
Patrícia Fernanda Morande Roveri, Ronaldo Cesar
Alexandre Formici, Selma Rodrigues e
Sílvia Regina Peres.

Área de Matemática

Matemática: Carlos Alexandre Emídio, Clóvis
Antonio de Lima, Delizabeth Evanir Malavazzi,
Edinei Pereira de Sousa, Eduardo Granado Garcia,
Evaristo Glória, Everaldo José Machado de Lima,
Fabio Augusto Trevisan, Inês Chiarelli Dias, Ivan
Castilho, José Maria Sales Júnior, Luciana Moraes
Funada, Luciana Vanessa de Almeida Buranello,
Mário José Pagotto, Paula Pereira Guanais, Regina
Helena de Oliveira Rodrigues, Robson Rossi,
Rodrigo Soares de Sá, Rosana Jorge Monteiro,

Rosângela Teodoro Gonçalves, Roseli Soares
Jacomini, Sílvia Ignês Peruquetti Bortolatto e Zilda
Meira de Aguiar Gomes.

Área de Ciências da Natureza

Biologia: Aureli Martins Sartori de Toledo, Evandro
Rodrigues Vargas Silvério, Fernanda Rezende
Pedroza, Regiani Braguim Chioderoli e Rosimara
Santana da Silva Alves.

Ciências: Davi Andrade Pacheco, Franklin Julio
de Melo, Liamara P. Rocha da Silva, Marceline
de Lima, Paulo Garcez Fernandes, Paulo Roberto
Orlandi Valdastris, Rosimeire da Cunha e Wilson
Luís Prati.

Física: Ana Claudia Cossini Martins, Ana Paula
Vieira Costa, André Henrique Ghelfi Rufino,
Cristiane Gislene Bezerra, Fabiana Hernandez
M. Garcia, Leandro dos Reis Marques, Marcio
Bortoletto Fessel, Marta Ferreira Mafra, Rafael
Plana Simões e Rui Buosi.

Química: Armenak Bolean, Cátia Lunardi, Cirila
Tacconi, Daniel B. Nascimento, Elizandra C. S.
Lopes, Gerson N. Silva, Idma A. C. Ferreira, Laura
C. A. Xavier, Marcos Antônio Gimenes, Massuko
S. Warigoda, Roza K. Morikawa, Sílvia H. M.
Fernandes, Valdir P. Berti e Willian G. Jesus.

Área de Ciências Humanas

Filosofia: Alex Roberto Genelhu Soares, Anderson
Gomes de Paiva, Anderson Luiz Pereira, Claudio
Nitsch Medeiros e José Aparecido Vidal.

Geografia: Ana Helena Veneziani Vitor, Célio
Batista da Silva, Edison Luiz Barbosa de Souza,
Edivaldo Bezerra Viana, Elizete Buranello Perez,
Márcio Luiz Verni, Milton Paulo dos Santos,
Mônica Estevan, Regina Célia Batista, Rita de
Cássia Araujo, Rosinei Aparecida Ribeiro Libório,
Sandra Raquel Scassola Dias, Selma Marli Trivellato
e Sonia Maria M. Romano.

História: Aparecida de Fátima dos Santos
Pereira, Carla Flaith Valentini, Claudia Elisabete
Silva, Cristiane Gonçalves de Campos, Cristina
de Lima Cardoso Leme, Ellen Claudia Cardoso
Doretto, Ester Galesi Gryga, Karin Sant'Ana
Kossling, Marcia Aparecida Ferrari Salgado de
Barros, Mercia Albertina de Lima Camargo,
Priscila Lourenço, Rogerio Sicchieri, Sandra Maria
Fodra e Walter Garcia de Carvalho Vilas Boas.

Sociologia: Anselmo Luis Fernandes Gonçalves,
Celso Francisco do Ó, Lucila Conceição Pereira e
Tânia Fetchir.

Apoio:
Fundação para o Desenvolvimento da Educação
- FDE

CTP, Impressão e acabamento
Plural Indústria Gráfica Ltda.

GESTÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO EDITORIAL 2014-2017

FUNDAÇÃO CARLOS ALBERTO VANZOLINI

Presidente da Diretoria Executiva
Antonio Rafael Namur Muscat

Vice-presidente da Diretoria Executiva
Alberto Wunderler Ramos

GESTÃO DE TECNOLOGIAS APLICADAS À EDUCAÇÃO

Direção da Área
Guilherme Ary Plonski

Coordenação Executiva do Projeto
Angela Sprenger e Beatriz Scavazza

Gestão Editorial
Denise Blanes

Equipe de Produção

Editorial: Amarilis L. Maciel, Angélica dos Santos Angelo, Bóris Fatigati da Silva, Bruno Reis, Carina Carvalho, Carla Fernanda Nascimento, Carolina H. Mestriner, Carolina Pedro Soares, Cíntia Leitão, Eloiza Lopes, Érika Domingues do Nascimento, Flávia Medeiros, Gisele Manoel, Jean Xavier, Karinna Alessandra Carvalho Taddeo, Leandro Calbente Câmara, Leslie Sandes, Mainã Greeb Vicente, Marina Murphy, Michelangelo Russo, Natália S. Moreira, Olivia Frade Zambone, Paula Felix Palma, Priscila Risso, Regiane Monteiro Pimentel Barboza, Rodolfo Marinho, Stella Assumpção Mendes Mesquita, Tatiana F. Souza e Tiago Jonas de Almeida.

Direitos autorais e iconografia: Beatriz Fonseca Micsik, Érica Marques, José Carlos Augusto, Juliana Prado da Silva, Marcus Ecclissi, Maria Aparecida Acunzo Forli, Maria Magalhães de Alencastro e Vanessa Leite Rios.

Edição e Produção editorial: R2 Editorial, Jairo Souza Design Gráfico e Occy Design (projeto gráfico).

CONCEPÇÃO DO PROGRAMA E ELABORAÇÃO DOS CONTEÚDOS ORIGINAIS

COORDENAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DOS CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS DOS CADERNOS DOS PROFESSORES E DOS CADERNOS DOS ALUNOS
Ghisleine Trigo Silveira

CONCEPÇÃO
Guiomar Namó de Mello, Lino de Macedo, Luis Carlos de Menezes, Maria Inês Fini (coordenadora) e Ruy Berger (em memória).

AUTORES

Linguagens
Coordenador de área: Alice Vieira.
Arte: Gisa Picosque, Mirian Celeste Martins, Geraldo de Oliveira Suzigan, Jéssica Mami Makino e Sayonara Pereira.

Educação Física: Adalberto dos Santos Souza, Carla de Meira Leite, Jocimar Daolio, Luciana Venâncio, Luiz Sanches Neto, Mauro Betti, Renata Elsa Stark 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.

LEM – Espanhol: Ana Maria López Ramírez, Isabel Gretel María Eres Fernández, Ivan Rodrigues Martin, Margareth dos Santos e Neide T. Maia González.

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

Matemática
Coordenador de área: Nilson José Machado.
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.

Ciências Humanas

Coordenador de área: Paulo Miceli.

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 Araújo 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

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

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

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

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

Caderno do Gestor

Lino de Macedo, Maria Eliza Fini e Zuleika de Felice Murrie.

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.

* Nos Cadernos do Programa São Paulo faz escola são indicados sites para o aprofundamento de conhecimentos, como fonte de consulta dos conteúdos apresentados e como referências bibliográficas. Todos esses endereços eletrônicos foram checados. No entanto, como a internet é um meio dinâmico e sujeito a mudanças, a Secretaria da Educação do Estado de São Paulo não garante que os sites indicados permaneçam acessíveis ou inalterados.

* Os mapas reproduzidos no material são de autoria de terceiros e mantêm as características dos originais, no que diz respeito à grafia adotada e à inclusão e composição dos elementos cartográficos (escala, legenda e rosa dos ventos).

