



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Instituto de Física
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física

Marta Maximo Pereira

**“Ufa!! Que calor é esse?! Rio 40 °C”—
Uma proposta para o ensino dos conceitos
de calor e temperatura no Ensino Médio:
Guias de orientação para o professor**

Rio de Janeiro
Fevereiro de 2010

**“Ufa!! Que calor é esse?! Rio 40 °C”—
Uma proposta para o ensino dos conceitos
de calor e temperatura no Ensino Médio:
Guias de orientação para o professor**

Marta Maximo Pereira

Rio de Janeiro
Fevereiro de 2010

FICHA CATALOGRÁFICA

P436u Maximo Pereira, Marta

“Ufa!! Que calor é esse?! Rio 40 °C” — Uma proposta para o ensino dos conceitos de calor e temperatura no Ensino Médio: Guias de orientação para o professor / Marta Maximo Pereira. — Rio de Janeiro: UFRJ/IF, 2010.

v, 46f. ; 29 cm

Orientador: Vitorvani Soares

Dissertação (mestrado) — UFRJ / Instituto de Física / Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2010.

1. Ensino de Física. 2. Termodinâmica. 3. Atividade investigativa.

I. Soares, Vitorvani. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. III. Título.

Copyright ©2010 by Marta Maximo Pereira. Todos os direitos reservados.

Este Guia é parte da dissertação de Mestrado apresentada em Fevereiro de 2010 ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada em um banco de dados ou transmitida em qualquer forma ou por quaisquer meios, sejam eletrônicos, mecânicos, fotocópia, gravação ou digitalização, sem o prévio consentimento do autor. Contatos podem ser feitos pelo e-mail martamaximo@yahoo.com.

ÍNDICE

TEMPERATURA	3
<i>Atividade 1: Está com febre?</i>	3
<i>Atividade 2: Colher de pau vs. Colher de metal</i>	5
<i>Atividade 3: Refrigerante em lata.....</i>	7
CALOR.....	9
<i>Atividade 1: Panela com água no fogão.....</i>	9
<i>Atividade 2: Panela com mais água no fogão.....</i>	13
<i>Atividade 3: Leite que esquentava mais rápido</i>	15
<i>Atividade 4: “Fogo forte” e panela de feijão</i>	17
<i>Atividade 5: Copo com gelo.....</i>	19
<i>Atividade 6: Refrigerante com gelo.....</i>	23
<i>Atividade 7: Panela com água no fogão vs. Copo com gelo.....</i>	27
<i>Atividade 8: Tanque cheio de gasolina ao sol</i>	29
<i>Atividade 9: Tanque cheio de gasolina ao sol por pouco tempo</i>	33
<i>Atividade 10: Tanque cheio de gasolina ao sol: efeitos e suas causas</i>	35
<i>Atividade 11: Termômetro vs. Experimento do tanque de gasolina.....</i>	37
<i>Atividade 12: Cozinhando feijão na panela de pressão</i>	39
<i>Atividade 13: Observando a panela de pressão.....</i>	43

GUIAS DE ORIENTAÇÃO PARA O PROFESSOR

OBS₁: Marcamos com * as hipóteses fisicamente corretas e consideradas mais completas. O conteúdo delas é o que queremos que nosso aluno aprenda. As hipóteses não marcadas ou não respondem à pergunta feita, ou estão parcialmente corretas ou incorretas, ou utilizam vocabulário muito próximo ao cotidiano, não apresentando a formalidade científica necessária.

OBS₂: As perguntas entre parênteses que aparecem ao lado das etapas do plano de trabalho de algumas atividades são possíveis indagações dos alunos, não devendo ser fornecidas a eles pelo professor.

TEMPERATURA

Atividade 1: Está com febre?

1.1 – Objetivos: verificar que não é confiável medir a temperatura por meio do tato; identificar que temperatura é uma medida da sensação de quente ou frio em relação a um determinado padrão; identificar que os instrumentos de medida de temperatura demoram certo tempo para entrarem em equilíbrio com o sistema do qual se quer conhecer a temperatura e para fornecerem seu valor correto.

1.2 – Problema: Como saber se alguém está com febre?

1.3 – Algumas possíveis hipóteses formuladas pelos alunos:

- Colocamos a parte de cima de nossa mão na testa da pessoa;
- Colocamos a parte de cima de nossa mão em seu pescoço;
- Colocamos um termômetro embaixo do braço da pessoa e verificamos a temperatura;
- Colocamos um termômetro embaixo do braço da pessoa, esperamos um pouco e verificamos a temperatura;*
- ...

1.4– Etapas para a solução ao problema:

- A partir das hipóteses e para testá-las, o professor sugere a realização de um experimento simples, que permite resolver o problema acima sem necessitar de alguém que esteja realmente com febre.

Experimento proposto

- O professor coloca à disposição de cada grupo de alunos 3 vasilhas iguais e com a mesma quantidade de água, sendo que numa delas há água fria, na outra, água à temperatura ambiente e, na terceira, água morna (essas informações não devem ser fornecidas aos alunos). O professor pede, então, que um dos alunos do grupo coloque a mão dentro da primeira vasilha e diga a sua sensação. Sem tirar a mão da primeira vasilha, o aluno deve colocar a outra mão no terceiro recipiente e igualmente descrever a sua sensação. Por fim, pede que o aluno coloque uma das mãos no segundo recipiente e diga se está quente ou frio, e depois a outra, informando também a sensação que tem agora;
- Os grupos realizam o experimento, debatem entre si sobre os resultados obtidos e tiram conclusões;
- Todos os grupos se reúnem e cada um apresenta seus resultados e sua solução para o problema;
- Com a orientação e mediação do professor, os grupos discutem para chegar à melhor solução coletiva.

Atividade 2: Colher de pau vs. Colher de metal

2.1– Objetivos: identificar que nossa percepção sensorial nem sempre corresponde à temperatura verdadeira de um sistema.

2.2– Problema: Qual a relação entre as temperaturas de uma colher de pau e de uma colher de metal que estão sobre uma mesa?

2.3– Algumas possíveis hipóteses formuladas pelos alunos:

- A colher de metal é mais “geladinha” que a de pau;
- A temperatura da colher de metal é menor que a da colher de pau;
- A temperatura da colher de pau é maior que a da colher de metal;
- A colher de pau é mais fria porque, quando cozinhamos com ela, o calor não chega à nossa mão, ao contrário do que ocorre com a colher de metal;
- As duas colheres estão à mesma temperatura, apenas temos percepções diferentes ao tocá-las;*
- ...

2.4– Etapas para a solução ao problema:

- A partir dessas hipóteses e para testá-las, o professor sugere a realização do experimento mencionado no problema;
- Os alunos se organizam em grupos para o planejamento da atividade experimental (elaboração do plano de trabalho);

Plano de trabalho proposto pelo professor aos alunos:

- Que instrumento usar para medir temperatura? (Tato? Termômetro de mercúrio? Sensor termopar?)
- Como medir? (Como colocar o termômetro ou o termopar em contato com a colher? Medir a temperatura ao mesmo tempo nas duas colheres ou separadamente?)
- Os grupos debatem e escolhem o(s) melhor(es) procedimento(s) experimental(ais) proposto(s);
- Os grupos realizam o experimento, debatem entre si sobre os resultados obtidos e elaboram sua solução para o problema;
- Todos os grupos se reúnem e cada um apresenta seus resultados e sua solução;
- Com a orientação e mediação do professor, os grupos discutem para chegar à melhor solução coletiva.

Atividade 3: Refrigerante em lata

3.1– Objetivo: verificar que a temperatura não é diretamente proporcional ao volume.

3.2– Problema: O que obtemos quando misturamos 250 ml de um refrigerante a 25 °C com 350 ml do mesmo refrigerante, também a 25 °C?

3.3– Algumas possíveis hipóteses formuladas pelos alunos:

- Temos 600 ml de refrigerante a 50 °C;
- Temos 600 ml de refrigerante a 12,5 °C;
- Temos 600 ml de refrigerante a 25 °C;*
- ...

3.4– Etapas para a solução ao problema:

- A partir dessas hipóteses e para testá-las, o professor sugere a realização de experimento análogo ao mencionado no problema, porém realizado com água;
- Os grupos realizam o experimento, debatem entre si sobre os resultados obtidos e elaboram sua solução para o problema;
- Todos os grupos se reúnem e cada um apresenta seus resultados e sua solução;
- Com a orientação e mediação do professor, os grupos discutem para chegar à melhor solução coletiva.

CALOR

Atividade 1: Panela com água no fogão

1.1– Objetivos: verificar que a energia transferida para um sistema devido ao seu entorno pode gerar tanto mudança de temperatura como mudança de fase à temperatura constante, ou seja, variação de sua energia interna; conceituar calor como sendo essa energia transferida que não podemos associar ao trabalho.

1.2– Problema: Que efeito(s) é (são) observado(s) quando colocamos água em uma panela sobre a chama do fogão? O que provocou tal (tais) efeito(s)?

1.3.1– Algumas possíveis hipóteses formuladas pelos alunos para a primeira pergunta (Que efeito(s) é (são) observado(s) quando colocamos água em uma panela sobre a chama do fogão?):

- A água fica quente;
- A temperatura da água aumenta;
- Após certo tempo, a água ferve;
- A temperatura da água vai aumentando, até que começa a ferver e a temperatura continua aumentando;
- Inicialmente, não acontece nada, mas depois começam a aparecer bolhas na água;

- A chama esquenta a panela, que esquenta a água;
- A água dilata;
- A temperatura da água vai aumentando, até que a água começa a passar de líquido a vapor. A temperatura fica constante nesse processo de mudança de fase;*
- ...

1.3.2– Algumas possíveis hipóteses formuladas pelos alunos para a segunda pergunta (O que provocou tal (tais) efeito(s)?):

- A chama do fogão;
- O calor que passa para a água;
- O fogo que passa para a água;
- O calor que passa para a panela, que passa para a água;
- A energia que é transferida da chama para a panela e dessa para a água, denominada calor;*
- ...

1.4– Etapas para a solução ao problema:

- A partir dessas hipóteses e para testá-las, o professor sugere a realização do experimento mencionado no problema;
- Os alunos se organizam em grupos para o planejamento da atividade experimental (elaboração do plano de trabalho):

Plano de trabalho proposto pelo professor aos alunos:

- O que observar? (Temperatura? Massa? Volume? Tempo?)
- O que medir? (Temperatura? Massa? Volume? Tempo? Calor? Energia?)
- Que materiais usar? (Panela? Fogão ou aquecedor de chá? Termômetro? (Qual?) Cronômetro ou relógio?)
- Que procedimento utilizar?
- Como medir? (De quanto em quanto tempo? Onde posicionar o termômetro?)
- Como organizar os dados coletados? (Tabela? Gráfico?)
- Os grupos debatem e escolhem o(s) melhor(es) procedimento(s) experimental(ais) proposto(s);
- Os grupos realizam o experimento, debatem entre si sobre os resultados obtidos e elaboram sua solução para o problema;
- Todos os grupos se reúnem e cada um apresenta seus resultados e sua solução;
- Com a orientação e mediação do professor, os grupos discutem para chegar à melhor solução coletiva.

A partir da solução encontrada, o professor propõe um novo problema.

Atividade 2: Panela com mais água no fogão

2.1– Objetivo: verificar que a temperatura de mudança de fase possui um valor constante durante esse processo, independentemente da massa de água utilizada.

2.2– Problema: E se fizermos o mesmo experimento anterior com uma quantidade maior de água, o que acontece? Os resultados e conclusões serão os mesmos?

2.3– Algumas possíveis hipóteses formuladas pelos alunos:

- Demora mais para esquentar a água;
- A temperatura aumenta mais lentamente;
- Demora mais para a água ficar quente e a temperatura de mudança de fase é menor que antes;
- Como a quantidade de água é maior, então a temperatura de mudança de fase é maior;
- Demora mais para aumentar a temperatura da água, mas a temperatura de mudança de fase permanece constante e igual ao experimento anterior;*
- ...

2.4– Etapas para a solução ao problema:

- Os grupos realizam o experimento, debatem entre si sobre os resultados obtidos e elaboram sua solução para o problema;

- Todos os grupos se reúnem e cada um apresenta seus resultados e sua solução;
- Com a orientação e mediação do professor, os grupos discutem para chegar à melhor solução coletiva.

Atividade 3: Leite que esquenta mais rápido

3.1– Objetivo: identificar que, para um mesmo intervalo de tempo e uma mesma intensidade da fonte térmica, a temperatura de uma substância aumenta mais se sua massa é menor; concluir que uma massa menor aquece mais rapidamente que outra maior da mesma substância.

3.2– Problema: A partir dos dados obtidos nas atividades anteriores responda: se estamos com pressa e queremos tomar um copo de leite quente pela manhã, é melhor colocar para esquentar todo o conteúdo da caixa de leite ou só a quantidade que iremos tomar? Justifique sua resposta.

3.3– Algumas possíveis hipóteses formuladas pelos alunos:

- É melhor colocar toda a caixa de leite para esquentar, pois pode ser que queiramos tomar mais leite;
- É melhor colocar para esquentar só um copo de leite, pois essa quantidade esquentará mais rapidamente que o conteúdo de toda a caixa. Isso ocorre porque, quanto menor a quantidade de leite, mais rápida é a sua variação de temperatura para uma dada intensidade da chama do fogão;*
- ...

3.4– Etapas para a solução ao problema:

- Os grupos analisam os dados / gráficos obtidos, debatem entre si e elaboram sua solução para o problema;
- Todos os grupos se reúnem e cada um apresenta suas conclusões;

- Com a orientação e mediação do professor, os grupos discutem para chegar à melhor solução coletiva.

Atividade 4: “Fogo forte” e panela de feijão

4.1– Objetivos: verificar que, com um aumento na intensidade da fonte de energia, a temperatura aumenta mais rapidamente e a mudança de fase acontece na mesma temperatura constante de antes, mas esse processo é mais rápido; identificar que, após o início do processo de mudança de fase, a temperatura não mais aumenta, mesmo que se aumente a intensidade da fonte de energia.

4.2– Problema: Se aumentarmos a intensidade da fonte de energia para aquecer a mesma massa de água inicialmente utilizada, o que acontece? Se aumentarmos a chama do fogão quando o feijão já está fervendo, o que acontece?

4.3.1– Algumas possíveis hipóteses formuladas pelos alunos para a primeira pergunta (Se aumentarmos a intensidade da fonte de energia para aquecer a mesma massa de água inicialmente utilizada, o que acontece?):

- A água esquenta mais rapidamente e a temperatura de mudança de fase será maior que antes;
- A temperatura da água aumenta mais rapidamente, mas a temperatura de mudança de fase permanece a mesma;*
- ...

4.3.2– Algumas possíveis hipóteses formuladas pelos alunos para a segunda pergunta (Se aumentarmos a chama do fogão quando o feijão já está fervendo, o que acontece?):

- A temperatura de mudança de fase permanece constante, mas com um valor maior que antes;

- A temperatura de mudança de fase vai aumentando continuamente, à medida que aumentamos a intensidade da chama;
- Ele ferve mais rapidamente, mas a temperatura de mudança de fase permanece a mesma;*
- ...

4.4– Etapas para a solução ao problema:

- Os grupos discutem se precisam realizar um novo experimento com o feijão, conforme mencionado na pergunta, ou se o modelo desenvolvido com a água não seria aplicável à resolução do problema proposto;
- Realizam o experimento escolhido, debatem entre si sobre os resultados obtidos e elaboram sua solução para o problema;
- Todos os grupos se reúnem e cada um apresenta seus resultados e sua solução;
- Com a orientação e mediação do professor, os grupos discutem para chegar à melhor solução coletiva.

Atividade 5: Copo com gelo

5.1– Objetivos: verificar que calor pode gerar tanto mudança de fase à temperatura constante como mudança de temperatura; identificar que o ambiente ou qualquer corpo pode fornecer energia, na forma de calor, para outro, e não somente fontes térmicas como o fogo ou aquecedores.

5.2– Problema: Que efeitos são observados quando colocamos cubos de gelo dentro de um copo? O que provocou tais efeitos?

5.3.1– Algumas possíveis hipóteses formuladas pelos alunos para a primeira pergunta (Que efeitos são observados quando colocamos cubos de gelo dentro de um copo?):

- O gelo derrete;
- O gelo vira água;
- A temperatura do gelo vai aumentando, ele derrete e vira água;
- A temperatura do gelo vai aumentando, ele derrete, vira água, e a temperatura continua aumentando indefinidamente;
- A temperatura do gelo vai aumentando, ele vira água à temperatura constante, e depois a temperatura continua aumentando até ficar igual à temperatura ambiente;*
- ...

5.3.2– Algumas possíveis hipóteses formuladas pelos alunos para a segunda pergunta (O que provocou tais efeitos?):

- O ambiente;
- O ar em volta do gelo;
- O calor do ambiente que passa para o gelo;
- O calor que passa para o copo, que passa para o gelo;
- O calor, que é a energia transferida do ambiente e do copo para o gelo;*
- ...

5.4– Etapas para a solução ao problema:

- A partir dessas hipóteses e para testá-las, o professor sugere a realização do experimento mencionado no problema;
- Os alunos se organizam em grupos para o planejamento da atividade experimental (elaboração do plano de trabalho);

Plano de trabalho proposto pelo professor aos alunos:

- O que observar? (Temperatura? Volume? Massa? Tempo?)
- O que medir? (Temperatura? Volume? Massa? Tempo?)
- Que materiais usar? (Copo? Quantos cubos de gelo? Termômetro? (Qual?) Cronômetro ou relógio?)
- Que procedimento utilizar?
- Como medir? (De quanto em quanto tempo? A cada intervalo de que valor de temperatura? Onde posicionar o termômetro?)
- Como organizar os dados coletados? (Tabela? Gráfico?)

- Os grupos debatem e escolhem o(s) melhor(es) procedimento(s) experimental(ais) proposto(s);
- Os grupos realizam o experimento**, debatem entre si sobre os resultados obtidos e elaboram sua solução para o problema;
- Todos os grupos se reúnem e cada um apresenta seus resultados e sua solução;
- Com a orientação e mediação do professor, os grupos discutem para chegar à melhor solução coletiva.

** Como o experimento do derretimento do gelo possui uma longa duração (em torno de 3 h, para apenas dois cubos de gelo), sua realização em sala de aula torna-se inviável se quisermos acompanhar todo o processo, até que se atinja o equilíbrio térmico. Assim, sugerimos ao professor as seguintes alternativas para abordar esse problema:

a) solicitar aos alunos que realizem a medida conforme planejaram em sala, fora do horário de aula, em casa ou na escola, e que tragam os dados e/ou gráficos e/ou resultados para discussão em sala de aula;

b) realizar o experimento parcialmente em sala de aula, até o ponto em que o gelo começa a derreter à temperatura constante (após aproximadamente 10 min) e pedir que os alunos façam inferências, a partir das atividades anteriores, sobre o que vai acontecer com o gelo (agora transformado em água) e sua temperatura após a mudança de fase e por que e até quando isso acontece. Para verificar as hipóteses dos alunos, o professor pode fornecer-lhes um gráfico obtido a partir da experiência realizada previamente por ele;

c) transformar a Atividade 5 numa atividade investigativa de análise de dados de experimento, fornecendo, por exemplo, um gráfico obtido a partir da experiência realizada previamente e propondo como problema descobrir que fenômeno(s) térmico(s) pode(m) ser descrito(s) por ele e o que provocou os efeitos observados.

Atividade 6: Refrigerante com gelo

6.1– Objetivos: verificar que pode haver não só aumento, mas também diminuição de temperatura, devido ao calor;

6.2– Problema: O que acontece quando colocamos gelo a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ e garrafas de refrigerante que acabamos de comprar no supermercado dentro de um isopor? O que provocou esse efeito? Para que serve o isopor?

6.3.1– Algumas possíveis hipóteses formuladas pelos alunos para a primeira pergunta (O que acontece quando colocamos gelo a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ e garrafas de refrigerante que acabamos de comprar no supermercado dentro de um isopor?):

- O refrigerante esfria;
- O refrigerante congela;
- A temperatura do refrigerante diminui;
- O gelo derrete e a temperatura do refrigerante diminui;
- O gelo derrete à temperatura constante e a temperatura do refrigerante diminui, até que se atinja o equilíbrio térmico;*
- ...

6.3.2– Algumas possíveis hipóteses formuladas pelos alunos para a segunda pergunta (O que provocou esse efeito?):

- O gelo;
- O isopor;

- O calor;*
- ...

6.3.3– Algumas possíveis hipóteses formuladas pelos alunos para a terceira pergunta (Para que serve o isopor?):

- Para colocar o gelo;
- Para que o gelo não derreta, como aconteceu quando ele estava no copo, e possa resfriar o refrigerante;
- Para o gelo não derreter tão rapidamente;
- Para conservar a temperatura que o refrigerante atinge;
- Para isolar do ambiente externo as interações que ocorrem dentro do isopor, ou seja, para que só haja transferência de energia, na forma de calor, entre as garrafas e o gelo, e não com o ambiente, como ocorreu no caso do copo com gelo;*
- ...

6.4– Etapas para a solução ao problema:

- A partir das hipóteses e para testá-las, o professor sugere a realização de um experimento análogo ao mencionado no problema, porém colocando água, em vez de refrigerante, diretamente dentro de um pequeno isopor com gelo.
- Os alunos se organizam em grupos para o planejamento da atividade experimental (elaboração do plano de trabalho);

Plano de trabalho proposto pelo professor aos alunos:

- O que observar? (Temperatura? Massa? Volume? Tempo?)
- O que medir? (Temperatura? Massa? Volume? Tempo?)
- Que materiais usar para as medidas? (Termômetro? (Qual?) Cronômetro ou relógio?)
- Que procedimento utilizar?
- Como medir? (De quanto em quanto tempo? Onde posicionar o termômetro?)
- Como organizar os dados coletados? (Tabela? Gráfico?)
- Os grupos debatem e escolhem o(s) melhor(es) procedimento(s) experimental(ais) proposto(s);
- Os grupos realizam o experimento, debatem entre si sobre os resultados obtidos e elaboram sua solução para o problema.
- Todos os grupos se reúnem e cada um apresenta seus resultados e sua solução;
- Com a orientação e mediação do professor, os grupos discutem para chegar à melhor solução coletiva.

Atividade 7: Panela com água no fogão vs. Copo com gelo

7.1– Objetivo: verificar que nas duas situações o calor serviu tanto para variar a temperatura como para mudar de fase à temperatura constante; concluir que o calor não existe apenas devido à presença de uma fonte térmica, como o fogo ou o aquecedor.

7.2– Problema: Que efeitos do calor são observados nos experimentos da panela com água e do copo com gelo? Existe alguma relação entre o que acontece no experimento do copo com gelo e nas atividades anteriores com a panela com água no fogão?

7.3.1– Algumas possíveis hipóteses formuladas pelos alunos para a primeira pergunta (Que efeitos do calor são observados nos dois experimentos?):

- A temperatura da água aumenta e depois fica constante; com o gelo, ela aumentou, ficou constante e depois aumentou de novo;
- Aquecimento e vaporização da água; derretimento e aquecimento do gelo;
- Variação de temperatura e mudança de fase à temperatura constante;*
- ...

7.3.2– Algumas possíveis hipóteses formuladas pelos alunos para a segunda pergunta (Existe alguma relação entre o que acontece no experimento do copo com gelo e nas atividades anteriores com a panela com água no fogão?):

- Não, porque com a água havia o fogo ou o aquecedor, logo, havia calor envolvido;

- Não, porque só há calor quando há aquecedor ou fogo;
- Não, porque o gelo demorou muito mais para derreter do que a água para ferver, ainda que houvesse mais água do que gelo proporcionalmente nas duas situações;
- Sim, porque em ambas as situações passou calor de um corpo para o outro;
- Sim, porque em ambas as situações houve energia transferida de um corpo para o outro, ou seja, calor;*
- ...

7.4– Etapas para a solução ao problema:

- Os grupos analisam os resultados das atividades anteriores, debatem entre si e elaboram sua solução para o problema;
- Todos os grupos se reúnem e cada um apresenta suas conclusões;
- Com a orientação e mediação do professor, os grupos discutem para chegar à melhor solução coletiva.

Atividade 8: Tanque cheio de gasolina ao sol

8.1– Objetivo: verificar que o aumento de temperatura pode gerar aumento de volume;

8.2– Problema: Uma pessoa encheu completamente o tanque de gasolina de seu carro e deixou-o estacionado ao sol. Após algum tempo, quando voltou para buscá-lo, observou que certa quantidade de gasolina havia entornado. O que aconteceu com a gasolina dentro do tanque para que o vazamento ocorresse? Por que isso aconteceu?

8.3.1– Algumas possíveis hipóteses formuladas pelos alunos para a primeira pergunta (O que aconteceu com a gasolina dentro do tanque para que o vazamento ocorresse?):

- A gasolina vazou e caiu fora do tanque;
- A gasolina aumentou de tamanho e, por isso, não coube mais dentro do tanque;
- Como o tanque estava completamente cheio, a gasolina dilatou (aumentou de volume) e não conseguiu manter-se dentro dele; por isso, transbordou;*
- ...

8.3.2– Algumas possíveis hipóteses formuladas pelos alunos para a segunda pergunta (Por que isso aconteceu?):

- Isso aconteceu porque a temperatura da gasolina estava muito alta;
- Isso aconteceu porque o volume do tanque diminuiu, a gasolina não conseguiu ficar mais lá dentro e transbordou;

- Devido ao aquecimento provocado pelos raios solares, houve um aumento na temperatura da gasolina, o que gerou sua dilatação;*
- ...

8.4– Etapas para a solução ao problema:

- A partir das hipóteses e para testá-las, o professor sugere a utilização de um aparato simples, proposto originalmente por nós em Maximo Pereira (2006) e Maximo Pereira e Soares (2009), que modela o fenômeno descrito no problema e permite resolvê-lo sem a necessidade de um carro com o tanque cheio ao sol.

Descrição do aparato:

Enchemos com água um vidro de perfume vazio (cuja dilatação própria é desprezível em relação ao líquido), interligando verticalmente a sua tampa a um tubo mais fino (no caso, uma seringa de injeção). Esse conjunto é colocado dentro de um béquer com água, de modo a ficar, em grande parte, submerso. Colocamos um aquecedor de chá (do tipo “mergulhão”) dentro do béquer.

Por intermédio desse arranjo simples, podemos identificar as seguintes analogias com o problema proposto:

Vidro de perfume com tubo da seringa → tanque de gasolina do carro
 com tubo de injeção de combustível;
 Água dentro do béquer → ambiente externo ao tanque;
 Aquecedor de chá → Sol.

- Os alunos se organizam em grupos para o planejamento da atividade experimental (elaboração do plano de trabalho):

Plano de trabalho proposto pelo professor aos alunos:

- O que observar? (Tempo? Temperatura? Volume? Variação de temperatura? Variação de volume?)
- O que medir? (Variação de temperatura? Variação de volume? Temperatura? Volume?)
- Que procedimento utilizar? (Medir volume a cada intervalo fixo de temperatura ou temperatura a cada intervalo fixo de volume? Que intervalos utilizar entre uma medida e outra? Até que ponto efetuar as medições?)
- Como medir? (Que termômetro utilizar? Onde posicioná-lo?)
- Como organizar os dados coletados? (Tabela? Gráfico?)
- Os grupos debatem e escolhem o(s) melhor(es) procedimento(s) experimental(ais) proposto(s);
- Os grupos realizam o experimento, debatem entre si sobre os resultados obtidos e elaboram sua solução para o problema;
- Todos os grupos se reúnem e cada um apresenta seus resultados e sua solução;
- Com a orientação e mediação do professor, os grupos discutem para chegar à melhor solução coletiva.

Atividade 9: Tanque cheio de gasolina ao sol por pouco tempo

9.1– Objetivo: verificar que, para pequenos intervalos de variação de temperatura da água (até em torno de 10 °C) e suas respectivas variações de volume, as variações de volume são diretamente proporcionais às de temperatura.

9.2– Problema: Suponha que o carro do problema anterior foi deixado ao sol por pouco tempo, de modo que a variação de temperatura da gasolina foi pequena. Que tipo de relação existe entre variações de volume e de temperatura para pequenos intervalos de variação de temperatura? Considere que, para a água, esses pequenos intervalos vão até em torno de 10 °C.

9.3– Algumas possíveis hipóteses formuladas pelos alunos:

- Quando aumenta a temperatura, aumenta o volume;
- Quando aumenta a variação de volume, aumenta a variação de temperatura;
- Para pequenas variações de temperatura (no caso da água, até em torno de 10 °C), as variações de volume são diretamente proporcionais às de temperatura;*
- ...

9.4– Etapas para a solução ao problema:

- Os grupos analisam os dados e os gráficos obtidos na atividade anterior, debatem entre si e elaboram sua solução para o problema;
- Todos os grupos se reúnem e cada um apresenta suas conclusões;

- Com a orientação e mediação do professor, os grupos discutem para chegar à melhor solução coletiva.

Atividade 10: Tanque cheio de gasolina ao sol: efeitos e suas causas

10.1– Objetivo: introduzir a noção de trabalho termodinâmico a partir do conceito de trabalho mecânico; verificar que calor pode gerar tanto mudança de temperatura como trabalho; definir calor como sendo a energia transferida entre um sistema e seu entorno que não pode ser associada ao trabalho.

10.2– Problema: Que efeitos são observados quando o carro com o tanque cheio de gasolina é colocado ao sol? O que provocou tais efeitos?

10.3.1– Algumas possíveis hipóteses formuladas pelos alunos para a primeira pergunta (Que efeitos são observados quando o carro com o tanque cheio de gasolina é colocado ao sol?):

- Saída da gasolina do tanque;
- Aquecimento da gasolina;
- Aumento da temperatura da gasolina e sua dilatação;
- Aumento da temperatura da gasolina e trabalho realizado por ela ao se dilatar devido ao *calor* transferido pelo Sol;*
- ...

10.3.2– Algumas possíveis hipóteses formuladas pelos alunos para a segunda pergunta (O que provocou tais efeitos?):

- O tanque, que é muito pequeno para a gasolina;
- O Sol;

- A energia que é transferida do Sol para o tanque e desse para a gasolina, denominada calor;*
- ...

10.4– Etapas para a solução ao problema:

- Os grupos analisam os resultados das atividades anteriores e debatem entre si;
- Todos os grupos se reúnem e cada um apresenta suas contribuições;
- Partindo do que se observou no experimento realizado, o professor relembra aos alunos o conceito de trabalho mecânico, aplicando-o com os alunos à situação do experimento;
- Pela dificuldade de determinar o trabalho desse modo, o professor pode citar o conceito de pressão, visto pelos alunos anteriormente, e propor que eles associem os dois de alguma forma;
- A partir dessa associação, ele introduz para os alunos a ideia trabalho termodinâmico, necessária para a compreensão do que ocorre no experimento;
- Associando essa nova informação com os conhecimentos construídos anteriormente, os grupos propõem soluções para o problema;
- Com a orientação e mediação do professor, os grupos discutem para chegar à melhor solução coletiva.

Atividade 11: Termômetro vs. Experimento do tanque de gasolina

11.1– Objetivo: verificar que o experimento realizado para modelar o transbordamento do tanque de gasolina é análogo a um termômetro de mercúrio, pois relaciona dilatação com temperatura.

11.2– Problema: Existe alguma semelhança entre o experimento realizado para modelar o transbordamento do tanque de gasolina e um termômetro de mercúrio? Justifique sua resposta.

11.3– Algumas possíveis hipóteses formuladas pelos alunos:

- Não, pois o termômetro é de mercúrio e o experimento é feito com água;
- Não, pois o termômetro mede temperatura e no experimento foi usado outro termômetro, que era um termopar;
- Sim, pois tanto para o termômetro como para o experimento, uma variação de temperatura provoca uma variação apreciável de volume (na coluna de mercúrio ou na água no tubo da seringa do experimento), que pode ser calibrada para indicar temperatura;*
- ...

11.4– Etapas para a solução ao problema:

- Os grupos analisam as atividades anteriores, debatem entre si e elaboram sua solução para o problema;
- Todos os grupos se reúnem e cada um apresenta suas conclusões;

- Com a orientação e mediação do professor, os grupos discutem para chegar à melhor solução coletiva.

Atividade 12: Cozinhando feijão na panela de pressão

12.1– Objetivos: introduzir a noção de que, quanto maior a pressão, maior a temperatura de ebulição da água e, por isso, a panela de pressão cozinha mais rapidamente os alimentos que uma panela comum;

12.2– Problema: Em qual recipiente cozinhamos feijão mais rapidamente: em uma panela comum ou na panela de pressão? Por que isso acontece?

12.3.1– Algumas possíveis hipóteses formuladas pelos alunos para a primeira pergunta (Em qual recipiente cozinhamos feijão mais rapidamente, em uma panela comum ou na panela de pressão?):

- Nas duas panelas o tempo de cozimento do feijão é o mesmo;
- Na panela comum;
- Na panela de pressão;*
- ...

12.3.2– Algumas possíveis hipóteses formuladas pelos alunos para a segunda pergunta (Por que isso acontece?):

- Porque a panela de pressão foi feita para cozinhar os alimentos mais rapidamente;
- Porque dentro da panela de pressão a pressão é maior;
- Como a pressão dentro dessa panela é maior do que nas comuns, a temperatura de mudança de fase da água é alterada, de modo que seu ponto de ebulição ocorre a uma temperatura superior à que

ocorreria numa panela comum, na mesma altitude. Assim, dentro da panela de pressão, há água na fase líquida a uma temperatura mais alta, o que acelera o cozimento do feijão;*

- ...

12.4– Etapas para a solução ao problema:

- A partir dessas hipóteses e para testá-las, o professor sugere a exibição do vídeo sobre a panela de pressão, que está disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=kzWekDe4slo> ;
- O professor inicia a exibição do programa e pode pausá-la aproximadamente ao término da primeira fala da repórter fora do estúdio (por volta do instante 1 min 16 s), perguntando aos grupos se já são capazes de responder à primeira pergunta do problema;
- Após as respostas dos grupos, o professor pode continuar a exibição da reportagem até o momento (instante 1 min 59 s, aproximadamente) em que a culinária responde à pergunta da repórter sobre haver algum problema em fazer doce de leite colocando a lata de leite condensado dentro da panela de pressão com o feijão. Nesse ponto, ele pode parar o vídeo e perguntar aos grupos se a culinária fornece um embasamento científico para a sua resposta e se eles estão de acordo com o que ela afirma. É interessante perguntar também se os alunos conhecem algum efeito que o aquecimento da lata de leite condensado imersa no feijão pode gerar nele e pedir que pesquisem posteriormente em casa sobre essa questão. Por fim, o docente pode voltar para as duas últimas falas do vídeo nesse bloco (a da culinária sobre a lata de doce de leite e a da repórter, na sequência, sobre o funcionamento da panela de pressão,) e perguntar aos grupos se elas fazem uso ou não da linguagem científica e em que elementos eles se basearam para fornecer suas respostas;

- Dando prosseguimento ao vídeo, para entender melhor como funciona a panela de pressão, a repórter vai até o laboratório didático de Física da USP. Lá um professor coloca água em uma panela de pressão sobre a chama do fogão e verifica o aumento da temperatura dentro da panela e de sua pressão interna, com o auxílio, respectivamente, de um termômetro e de um manômetro, previamente conectados à panela de pressão (entre os instantes 1 min 59 s e 2 min 18 s do vídeo);
- Por volta do instante 2 min 34 s, após o diálogo entre a repórter e a culinária sobre se “tem que abaixar o fogo depois que pega pressão” (fala da repórter), o professor pode interromper o vídeo e solicitar aos grupos que retomem os resultados da Atividade 4 sobre Calor, para justificar o fato de poder diminuir a intensidade da chama (“abaixar o fogo”) após início da mudança de fase, como informou a culinária, e que analisem a sua fala;
- Na sequência da reportagem, o experimento de aquecimento da água na panela de pressão volta a ser exibido. O professor pode parar o vídeo próximo ao instante 2 min 49 s e, por fim, perguntar aos grupos o que acontece na panela de pressão que difere do que acontece numa panela comum (como observado nas Atividades de 1 a 6 sobre Calor) para que os alimentos cozinhem mais rapidamente dentro dela;
- Os grupos analisam as informações do vídeo, retomam os resultados das atividades anteriores, debatem entre si e elaboram sua solução para o problema;
- Todos os grupos se reúnem e cada um apresenta suas conclusões;
- Com a orientação e mediação do professor, os grupos discutem para chegar à melhor solução coletiva.

Atividade 13: Observando a panela de pressão

13.1– Objetivos: verificar que calor pode gerar tanto trabalho como mudança de fase à temperatura constante; retomar a conceituação de calor como sendo a energia transferida entre um sistema e seu entorno que não pode ser associada ao trabalho.

13.2– Problema: Que efeito(s) é (são) observado(s) quando colocamos água em uma panela de pressão sobre a chama do fogão? O que provocou tal (tais) efeito(s)?

13.3.1– Algumas possíveis hipóteses formuladas pelos alunos para a primeira pergunta (Que efeito(s) é (são) observado(s) quando colocamos água em uma panela de pressão sobre a chama do fogão?):

- A água esquenta e depois começa a ferver;
- A água ferve mais rápido do que na panela comum;
- Sai “fumaça” pela válvula quando a água começa a ferver;
- Quando a água começa a ferver, sai “fumaça” pelo pino, que começa a subir e a descer;
- A temperatura da água aumenta até o ponto em que ela começa a mudar de fase à temperatura constante. Quando isso acontece, o vapor de água realiza trabalho para levantar o pino e sair da panela. Em outras palavras, o calor transferido serviu inicialmente para a mudança de temperatura e, posteriormente, para a mudança de fase à temperatura constante e realização de trabalho;*
- ...

13.3.2– Algumas possíveis hipóteses formuladas pelos alunos para a segunda pergunta (O que provocou tal (tais) efeito(s)?)

- A panela de pressão;
- O fato de a panela estar fechada;
- A energia que é transferida da chama para a panela, e dessa para a água, denominada calor;*
- ...

13.4– Etapas para a solução ao problema:

- O professor pode inicialmente pedir que os alunos retomem o conteúdo do vídeo exibido até então para que possam tentar responder à primeira pergunta, ainda que parcialmente;
- A exibição da reportagem é iniciada a partir do instante 2 min 49 s até próximo ao instante 3 min 13 s, quando o docente pode parar o vídeo e pedir aos grupos de alunos que justifiquem fisicamente, utilizando os resultados das atividades anteriores, a fala da culinária sobre a lata de doce de leite retirada da panela de pressão: “as pessoas às vezes põem dentro do freezer e acham que a parte de fora está gelada e abrem, é muito perigoso, pode espirrar e [dar] queimadura séria”. Além disso, pode perguntar aos alunos se nas duas falas da repórter sobre pressão ela utiliza esse conceito de modo científico ou cotidiano, voltando a exibir, se necessário, o trecho do vídeo mencionado acima;
- Continuando a exibição da reportagem, é interessante que o professor pare no instante 3 min 33 s e refaça para os grupos a pergunta do problema, a fim de que eles percebam a associação entre o levantamento do pino pela saída do vapor e o trabalho realizado por ele e notem que este é devido ao calor, assim como a mudança de fase da água, e que ambos os processos acontecem simultaneamente;

- Os grupos utilizam as informações fornecidas no vídeo, analisam os resultados da atividade anterior, debatem entre si e elaboram sua solução para o problema;
- Todos os grupos se reúnem e cada um apresenta suas conclusões;
- Com a orientação e mediação do professor, os grupos discutem para chegar à melhor solução coletiva;
- Voltando a ver o vídeo até o instante 4 min 26 s, o professor pode perguntar mais uma vez sobre a fala da culinária sobre pressão durante o cozimento do macarrão e pedir aos alunos que expliquem fisicamente o que ela quer dizer;
- Exibindo o programa a partir desse ponto até o instante 5 min 19 s aproximadamente, o professor pode pedir aos grupos que associem as experiências realizadas no vídeo ao funcionamento da panela de pressão e expliquem por que uma panela de pressão pode explodir. Além disso, pode solicitar que os alunos comentem a frase da repórter sobre o vapor que sai do balão com água durante a mudança de fase: “Vapor é energia.”;
- Os grupos utilizam as informações fornecidas no vídeo, debatem entre si e elaboram sua solução para o problema;
- Todos os grupos se reúnem e cada um apresenta suas conclusões;
- Com a orientação e mediação do professor, os grupos discutem para chegar à melhor solução coletiva;
- Continuando a exibição do vídeo até o instante 5 min 37 s, o professor pode pedir aos grupos que verifiquem se a estimativa do físico para a força com a qual a tampa da panela de pressão seria empurrada no caso de um mau funcionamento devido a um entupimento no pino ou na válvula de segurança (equivalente a

aproximadamente um peso de uma massa de 500 kg na Terra) é correta;

- Para tanto, os grupos devem ter tempo para retomar a Atividade 10 sobre Calor e para ter acesso às informações do vídeo e a outras que acharem pertinentes para efetuar os devidos cálculos;
- Todos os grupos se reúnem e cada um apresenta suas conclusões;
- Com a orientação e mediação do professor, os grupos discutem para chegar à melhor solução coletiva;
- Após esse trabalho dos grupos, a reportagem pode continuar a ser exibida até o fim.