

Temperatura e Calor: uma proposta para o que, quando e como aprender

Marta Maximo Pereira
martamaximo@yahoo.com

Mestre em Ensino de Física pela UFRJ
Professora de Física do CEFET/RJ – Uned Nova Iguaçu

30 de março de 2010

Quando ensinar temperatura e calor?

- Após o estudo da Mecânica, no início do curso de Física Térmica;
- Associando os dois conceitos à Termodinâmica e à Calorimetria;
- Antes da Teoria Cinética do Gases.

Por quê?

- Parece-nos coerente começar com um tratamento macroscópico mais próximo da experiência cotidiana dos alunos, para posteriormente aumentar o grau de sofisticação dos estudos e introduzir modelos microscópicos;
- Tratamos a Termodinâmica como uma disciplina independente da Física Estatística.

Por quê?

- Uma abordagem inicial bastante quantitativa do conceito de calor no contexto da Calorimetria pode:
 1. levar o estudante a pensar que o calor para a Calorimetria é diferente do calor para Termodinâmica;
 2. reforçar a concepção alternativa de muitos estudantes de que calor sempre resulta num aumento de temperatura;
 3. ocasionar problemas futuros para a aprendizagem de Termodinâmica, como, por exemplo, para o entendimento de processos cíclicos, nos quais calor é convertido apenas em trabalho.
- 

Por quê?

- *Loverude, Kautz e Heron (2002): Ainda que um modelo microscópico possa fornecer uma explicação causal que possa ter apelo entre os estudantes, descobrimos que as dificuldades conceituais e de raciocínio com tal modelo podem anular o benefício que um mecanismo visual de explicação poderia propiciar aos alunos. Também nos preocupa o fato de que uma introdução inicial de um modelo microscópico, quando desnecessário para dar conta dos fenômenos ou quando não é fortemente sugerido pelas evidências, pode dar aos alunos uma falsa impressão a respeito da natureza da ciência. Mais especificamente, a introdução inicial da teoria cinética dos gases pode reforçar a noção de que esse modelo microscópico prova a lei dos gases ideais. Os estudantes podem, portanto, não conseguir reconhecer que o modelo é desenvolvido para concordar com as observações experimentais dos fenômenos macroscópicos.*

Que conceito de temperatura ensinar?

- Máximo e Alvarenga (1997): “A temperatura é uma grandeza física usada para indicar se um corpo está mais 'quente' ou mais 'frio' do que outros tomados como referência.”
- Hewitt (2002): “A quantidade que informa quão quente ou frio é um objeto em relação a algum padrão é chamada de temperatura.”
- Köhnlein e Peduzzi (2002): “ideias tais como pensar que temperatura se transfere de um corpo para o outro e não considerar temperatura como o número usado para traduzir o estado de ‘quente’ ou ‘frio’ de um corpo, ainda permaneceram após a instrução.”

Que conceito de calor ensinar?

- *Modell e Reid (1983): Calor é uma grandeza difícil de ser definida e que é reconhecível somente pelo seu efeito sobre as substâncias. Para a nossa discussão sobre trabalho, fomos afortunados ao adotarmos as definições e procedimentos da mecânica. Para uma discussão sobre calor nós não temos nenhum precedente para nos guiar uma vez que é tarefa da termodinâmica o desenvolvimento deste conceito. Deste modo, temos que nos esforçar para definir calor usando somente os conceitos já apresentados.*

Que conceito de calor ensinar?

- Tolman (1934): *De acordo com os princípios termodinâmicos, a energia contida em um sistema é uma função de seu estado e só pode ser alterada somente quando este estado é alterado. Quando ocorre tal mudança de estado, é importante, do ponto de vista termodinâmico, distinguir entre dois modos diferentes de transferência pelos quais a quantidade de energia pode ser afetada: por um fluxo de calor e pela realização de trabalho.*

Que conceito de calor ensinar?

- Fermi (1956); Landau e Lifshitz (1958): o calor pode ser interpretado fisicamente como *a quantidade de energia que é recebida ou perdida por um sistema de formas outras que não trabalho.*



Como ensinar?

Exemplos de atividades investigativas



Temperatura

➤ Colher de pau vs. Colher de metal

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

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

3 – Hipóteses dos alunos;

4 – Plano de trabalho proposto pelo professor aos grupos:

- a) Que instrumento usar para medir temperatura?
- b) Como medir?

5 – Realização do experimento e discussão

Calor 1

➤ Panela com água no fogão

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.

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)?

3 – Hipóteses dos alunos;

Calor 1

4 – Plano de trabalho proposto pelo professor aos grupos:

a) O que observar?

b) O que medir?

c) Que materiais usar?

d) Que procedimento utilizar?

e) Como medir? Como organizar os dados coletados?

5 – Realização do experimento e discussão



Calor 1

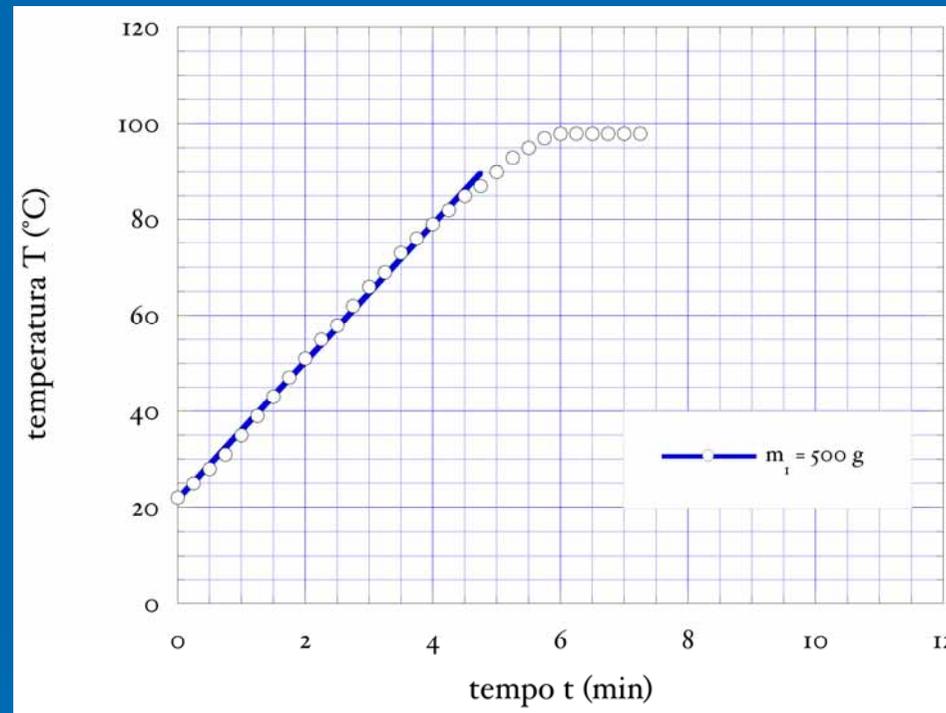


Figura 1. Gráfico de temperatura em função do tempo para a água numa panela sobre a chama do fogão ($m_1 = 500$ g e intensidade máxima da chama). A reta representada no gráfico é somente um guia para acompanhar a evolução da temperatura, praticamente linear até o ponto de ebulição.

Calor 2

➤ Tanque cheio de gasolina ao Sol

1 – Objetivos: introduzir a noção de trabalho termodinâmico a partir do conceito de trabalho mecânico; verificar que calor pode gerar tanto mudança de temperatura como trabalho;

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?

3 – Hipóteses dos alunos;

4 – Descrição do experimento;

Calor 2



Figura 2. Foto do arranjo experimental, proposto originalmente em Maximo Pereira e Soares (2009).

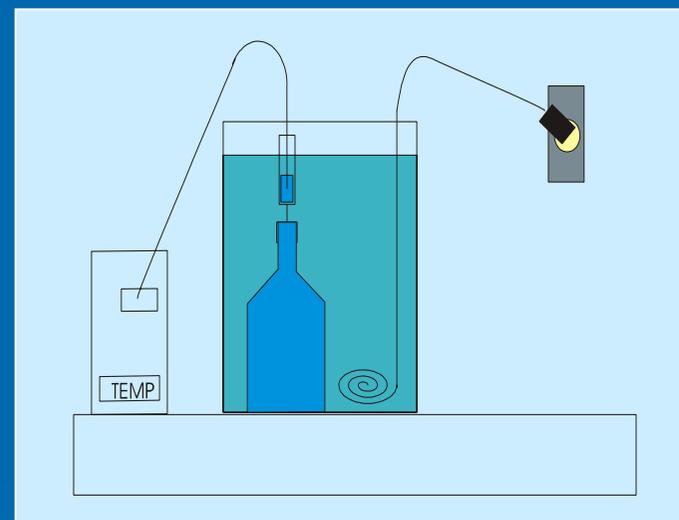


Figura 3. Desenho esquemático do experimento

Calor 2

5 – Plano de trabalho proposto pelo professor aos grupos:

- a) O que observar?
- b) O que medir?
- c) Que materiais usar?
- d) Que procedimento utilizar?
- e) Como medir? Como organizar os dados coletados?

6 – Realização do experimento e discussão

Calor 2

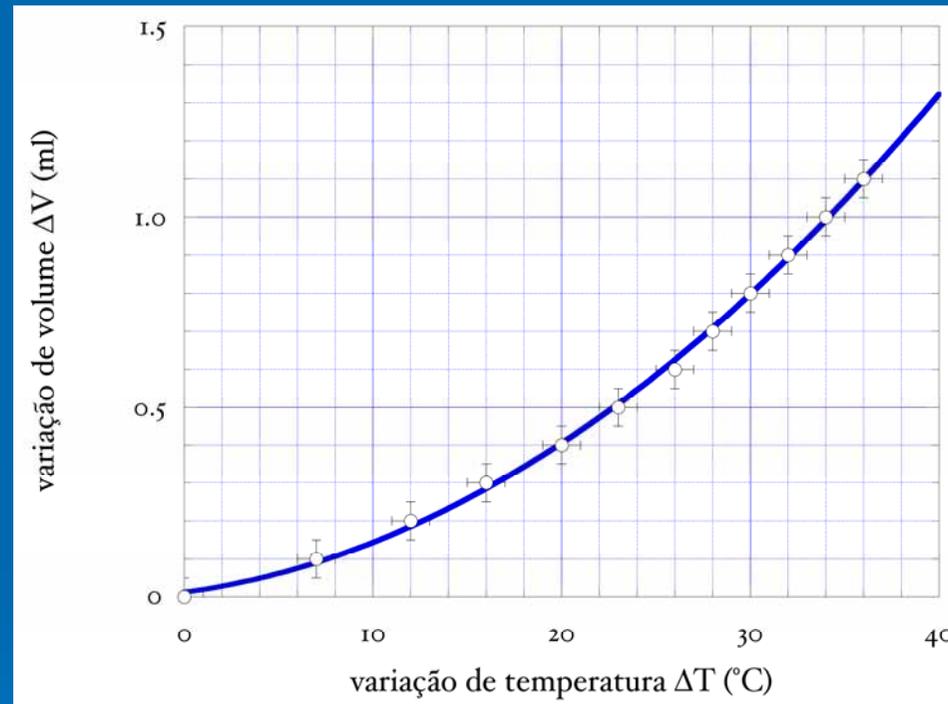


Figura 4. Gráfico de variação de volume em função de variação de temperatura para a água ($V_0 = 122$ ml). A linha representa apenas um guia para mostrar o comportamento não-linear da dilatação.

Referências bibliográficas 1

FERMI, E. *Thermodynamics*. Nova Iorque: Dover, 1956.

HEWITT, P. G. *Física Conceitual*. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

KÖHNLEIN, J. F. K.; PEDUZZI, S. S. Um estudo a respeito das concepções alternativas sobre calor e temperatura. *Revista Brasileira de Investigação em Educação em Ciências*, v. 2, n. 3, p. 84–96, 2002.

LANDAU, L.; LIFSHITZ, E. *Physique Statistique*. Moscou: Mir, 1958.

LOVERUDE, M. E.; KAUTZ, C. H.; HERON, P. R. L. Student understanding of the first law of thermodynamics: Relating work to the adiabatic compression of an ideal gas. *Am. J. Phys.* v. 70, n. 2, p. 137–148, 2002.



Referências bibliográficas 2

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. *Física – Volume Único*. São Paulo: Scipione, 1997.

MAXIMO PEREIRA, M; SOARES, V. Uma abordagem alternativa para o ensino da dilatação térmica de líquidos no Ensino Médio. In: XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 2009. Vitória. Anais do XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física. Vitória: 2009.

MODELL, M.; REID, R. C. *Thermodynamics and its applications*. Nova Jersey: Prentice–Hall, 1983.

TOLMAN, R. C. *Relativity, Thermodynamics, and Cosmology*. Nova Iorque: Dover, 1934.