

## CALORIMETRIA

### **META**

Fazer com que o estudante comece a pensar no ensino de ciências como algo “orgânico” que está em profunda transformação. Fazer com que os alunos percebam através de um texto básico complementado com atividades lúdicas, *applets* de ensino, vídeos, que o conceito de calorimetria pode ser apreendido de forma simples e divertida.

### **OBJETIVOS**

Ao final desta aula, o aluno deverá:  
estar cientes das novas possibilidades e dos desafios que envolvem o ensino de ciências em geral. Estes, também, devem ter compreendido que as ciências naturais estão baseadas na experimentação e que esta é feita de ensaios, experiências e medidas e que estas levam a compreensão e matematização de conceitos físicos (naturais em geral).

### **PRÉ-REQUISITOS**

Os alunos deveram ter cursado psicologia da educação física A e B.

### INTRODUÇÃO

Vamos nesta aula abordar o tema calorimetria. Vamos adaptar o texto do Prof. Bisquolo feito para o site de ensino da UOI e mostrar que existem vários *applets* de ensino sobre o tema e um bom número de sugestões de experimentos de baixo custo e fácil confecção. Esperamos que você se sinta motivado em abordar este tema com seus futuros alunos.

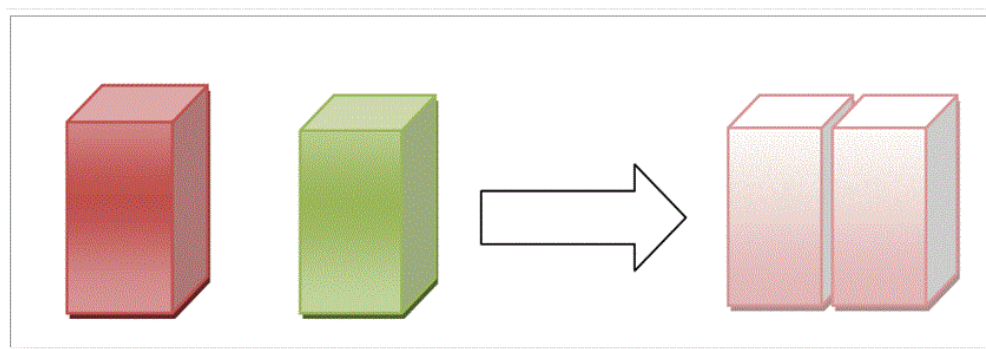
No final desta aula tomamos extratos de um artigo sobre o uso de materiais cerâmicos na indústria e de sua futura aplicação. Quando se fala em termologia logo nos lembramos dos efeitos nocivos da indústria sobre o meio ambiente em geral. Lembramos principalmente do efeito estufa e do aquecimento global. Com isto queremos levantar a questão do papel da física no futuro desenvolvimento de novas tecnologias que levem a preservação da natureza.

### CALORIMETRIA

Calorimetria é a parte da física que estuda as trocas de energia entre corpos ou sistemas quando essas trocas se dão na forma de calor [*wikipédia*]. Calor significa uma transferência de energia térmica de um sistema para outro, ou seja: podemos dizer que um corpo recebe ou cede calor (como no caso da energia potencial  $U$ ), mas não que ele possui um valor definido de calor. A Calorimetria é uma ramificação da termologia.

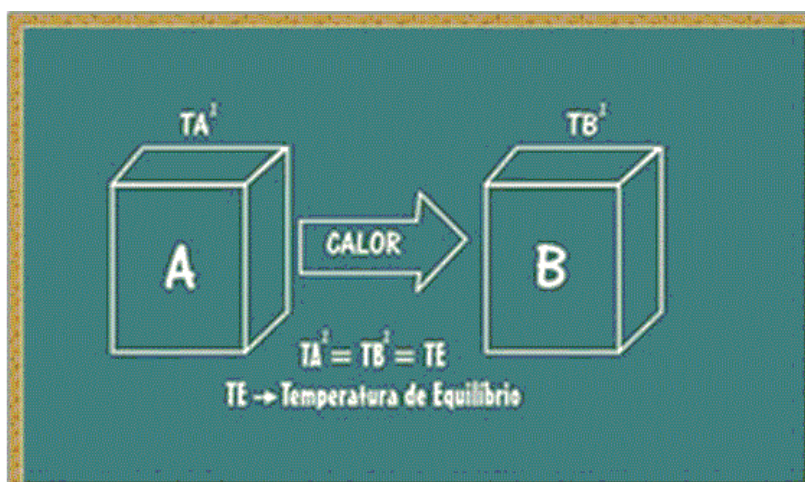
### CALOR

Considere dois corpos, A e B, que estão inicialmente isolados entre si e a temperatura diferente e isolados termicamente do ambiente ao redor. Coloquemo-los em contato térmico, como ilustra a figura abaixo [Netto]:



Após algum tempo, observamos que esses dois corpos se encontram com a mesma temperatura. O que estava com maior temperatura esfriou e o que estava com menor temperatura esquentou. Quando isso ocorre, dizemos que os corpos estão em equilíbrio térmico e a temperatura final é chamada de temperatura de equilíbrio.

Isso acontece porque foi determinado experimentalmente que o corpo de maior temperatura sempre fornece certa quantidade de energia térmica para o outro de menor temperatura. Essa energia térmica quando está em transito de um corpo para outro é denominada calor.



## CAPACIDADE TÉRMICA E CALOR ESPECÍFICO SENSÍVEL

Os corpos e as substâncias na natureza reagem de maneiras diferentes quando recebem ou cedem determinadas quantidades de calor. Alguns esquentam mais rápido que os outros. Podemos exemplificar isso com a seguinte situação: Tomemos duas panelas contendo o mesmo volume de água na primeira e óleo de cozinha na segunda. Levemos as duas ao fogo e deixemos por 5 minutos. Se tivermos um termômetro que suporte até 100 oC poderemos observar que a água está mais quente que o óleo. Nossa mãe ou empregada dirá que a água esquentou mais rápido que o óleo. Notaremos que o óleo é mais pesado que a água. Em linguagem da calorimetria dizemos que a água absorve melhor o calor, ou seja, possui maior capacidade térmica c.

Tomemos outro exemplo: Tomemos duas panelas com quantidades diferentes de volume de água. Levemos as duas ao fogo e deixemos esquentar por 5 minutos. Observaremos que a que possui maior quantidade de água estará mais fria que a com pouca água. O importante para nós é observar que quanto mais água houver na panela, maior será a quantidade de calor necessária para se atingir a temperatura desejada e por isso ela terá uma capacidade térmica maior.

Podemos, então, concluir que a capacidade térmica depende diretamente da massa do corpo e, portanto, pode ser calculada da seguinte forma:

$$C = c \cdot m$$

A capacidade térmica pode ser medida usualmente em  $\frac{\text{cal}}{^{\circ}\text{C}}$  e no Sistema Internacional em  $\frac{\text{J}}{\text{K}}$ , assim como o calor específico é medido usualmente em  $\frac{\text{cal}}{^{\circ}\text{C}}$  e, no Sistema Internacional em  $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ .

### EXPERIMENTO (FÍSICA E CULINÁRIA)

Tome meio litro de água e de óleo e aqueça-as em duas panelas iguais ou repita o mesmo experimento na mesma panela. Qual aqueceu mais rapidamente? Verifique se este fato está de acordo seus valores de calor específico.

Observamos na natureza que podem ocorrer dois fenômenos quando fornecemos ou retiramos energia calorífica de um corpo. O caso mais comum é do corpo aumentar ou diminuir sua temperatura, dependendo se recebeu ou cedeu calor. Pode ocorrer de não variar a temperatura do corpo, mas como podemos notar, neste caso haverá uma mudança de estado do corpo. Por exemplo, a água pode congelar (virar gelo) ao perder calor ou evaporar ao receber calor. O calor trocado neste dois casos recebem nomes especiais que vamos tratar abaixo.

## CALOR SENSÍVEL

O nome que damos ao calor cedido ou retirado a um corpo cujo único efeito é causar uma variação em sua temperatura é calor sensível  $Q$ . Pode-se verificar experimentalmente que  $Q$  é diretamente proporcional à massa do corpo, a sua variação de temperatura e seu material, sua capacidade térmica. Então, é possível calcular a quantidade de calor trocado pelos corpos através da seguinte equação matemática:

$$Q = m \cdot c \Delta T$$

Essa equação é conhecida como a equação fundamental da calorimetria e mostra que o calor sensível depende da massa ( $m$ ), do calor específico ( $c$ ) e da variação de temperatura do corpo ( $\Delta T$ ).

### CALOR LATENTE [NETTO]

Outra consequência das trocas de calor é uma mudança do estado físico dos corpos. Podemos facilmente derreter o gelo, para isso basta deixá-lo à temperatura ambiente e a troca de calor com o meio fará o serviço. Um fato interessante que ocorre durante a mudança de estado físico é que a temperatura do corpo permanece constante. Nesse caso, ele está sendo usado para alterar o grau de ligação delas. Por exemplo, quando derretemos um corpo, o calor está sendo usado para uma mudança no estado de agregação das moléculas o que o fará, no final, atingir o estado líquido.

Outro fato observado é que quanto mais calor é fornecido para a mudança de estado físico, maior será a massa da substância que sofreu essa transformação. Sendo  $Q$  a quantidade de calor trocada para a mudança de estado físico e  $m$ , a massa transformada, teremos a seguinte relação:

$$Q = m.L$$

Note-se que se  $Q > m.l$  então não haverá mais gelo para derreter e a água começará a aquecer. A grandeza  $L$  é conhecida como calor latente específico e pode ser determinada em  $\frac{\text{cal}}{\text{g}}$ , ou no Sistema Internacional em  $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$ .

### ATIVIDADES

Tome alguns cubos de gelo e coloque-o em uma pequena porção de água. Verifique através de um termômetro que depois que a água atingiu zero graus *Celsius* e o gelo não tenha derretido totalmente que a água permanece à  $0^{\circ}\text{C}$  até que toda o gelo tenha derretido.



#### 1. APPLET'S DE ENSINO DE FÍSICA

1.1. CALORIMETRIA - Ciência a Mão (tem que fazer o *download* e instalar).  
Link = [http://www.ciencia-mao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=tex&cod=\\_calorimetria](http://www.ciencia-mao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=tex&cod=_calorimetria)





1.2. Labvirt (tem que fazer o *download* e instalar)

Passos: Entre no *site* do *labvirt* (abaixo). Baixe o programa para uma pasta pessoal. A minha fica no c:/ e se chama “aplicativos”. C:\aplicativos\sim\_calorimetria\_cafecomleite\web\labvirt\simulacoes\tempUpLoad

Para abrir o aplicativo *click* no ícone sim\_calorimetria\_cafecomleite.*firefox*.

Irá abrir a janela abaixo. Se divirta.

*Link* → <http://www.labvirt.fe.usp.br/applet.asp?lom=10508>



Figura 1- Segunda Janela. A terceira descubra???

1.3. Física com Ordenador ou *Link* → [http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/Calor/Med\\_CalEspec/calorEspecFranco/AppletMedidaCe.htm](http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/Calor/Med_CalEspec/calorEspecFranco/AppletMedidaCe.htm)

Prática virtual com o auxílio do *applet* de A. Franco.

Medida do equivalente em água de um calorímetro e do calor específico de um sólido.

Ao clicar em preparar o *applet* enche a cuba de água. Ao clicar em calcular o *applet* coloca a água da cuba no reservatório e mede a temperatura de equilíbrio.

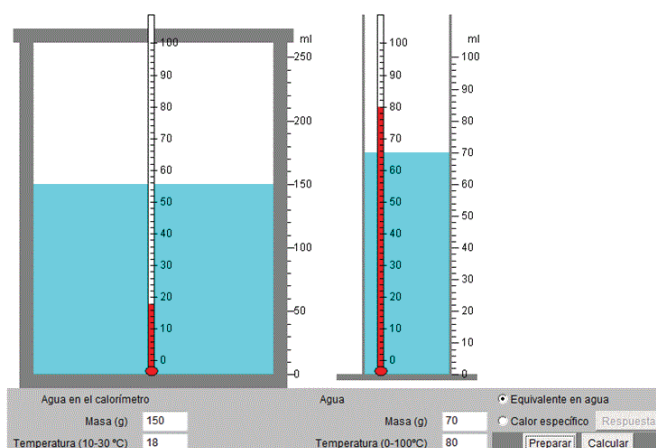


Figura 2 - Applet de F.Garcia.

1.4. *Site* de Ensino do Prof. David N. Blauch; [dablauch@davidson.edu](mailto:dablauch@davidson.edu)

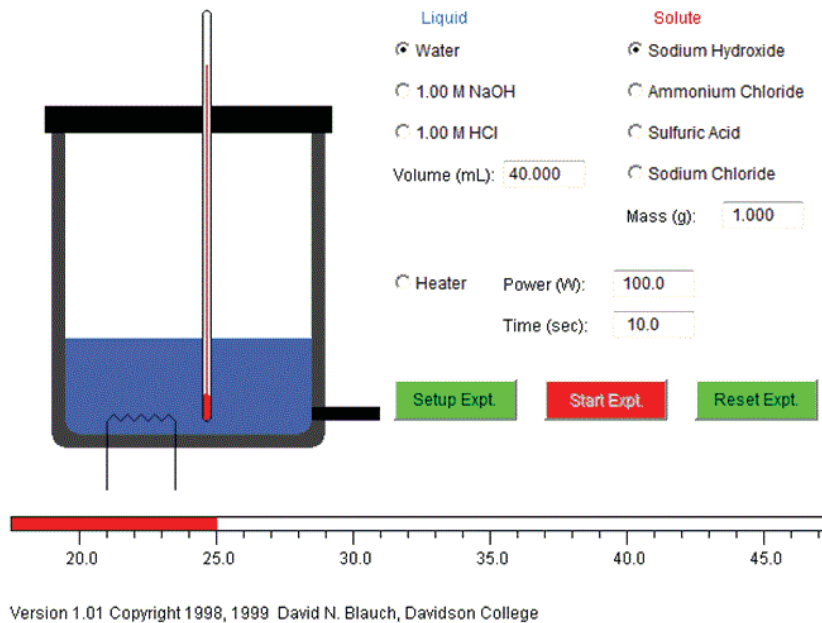
*Link* → <http://www.chm.davidson.edu/java/calorimetry/calorimetry.html>

Não precisa fazer o *download*. Está em Inglês.

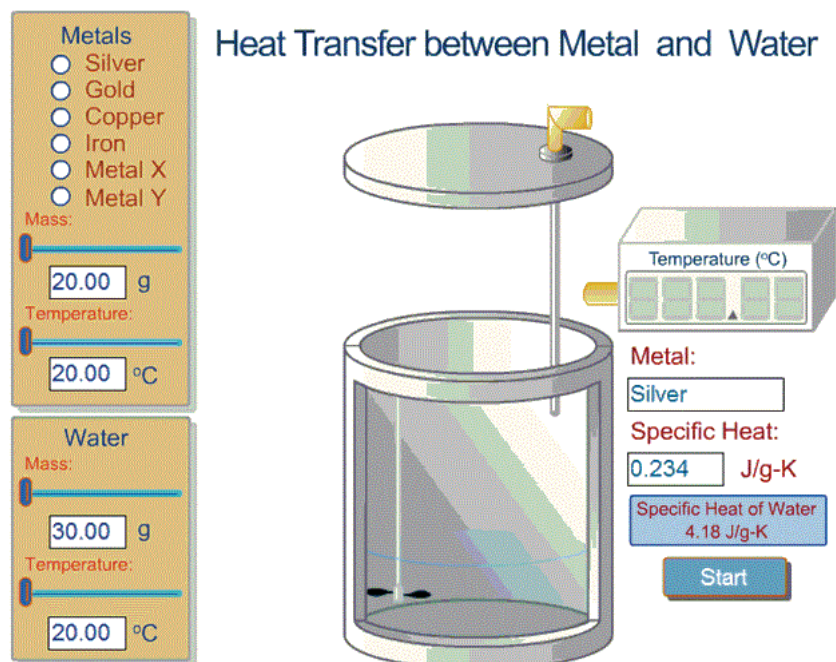
Tradução do texto (básico)

As seguintes quantidades podem ser calculadas.

- A capacidade térmica do calorímetro
- A capacidade térmica da água
- O calor da solução para cada soluto.
- O calor da neutralização:  $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- O calor da reação para o  $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \longrightarrow \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

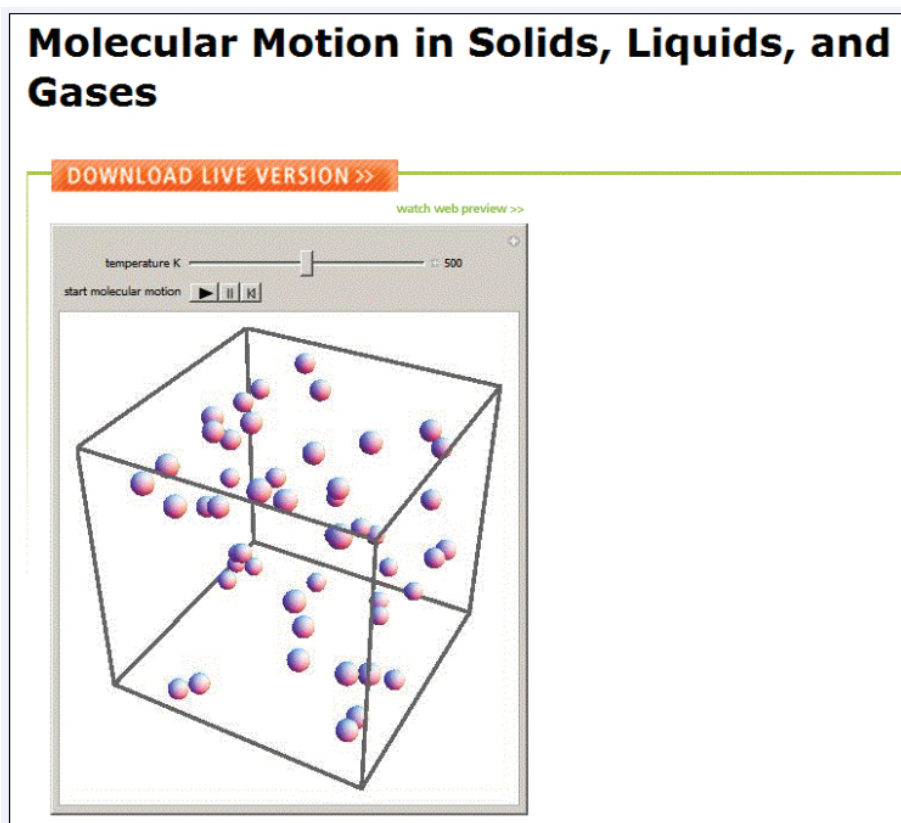


1.5. Visite o *site* abaixo da Universidade de IOWA feito/administrado pelo prof. Thomas J. Greenbowe.



1.6. Projeto de Ensino *Wolfram* (<http://demonstrations.wolfram.com/>)





1.7. Site de Ensino administrado pelo Prof. Davidson <http://www.chm.davidson.edu/vce/chemistryApplets.html>

**calorimeter.Calorimeter.class**

Archive	<a href="#">calorimeter.jar</a>
Required Archives	<a href="#">STools4.jar</a>
Description	This applet simulates one of three different calorimeters: a conventional calorimeter, a bomb calorimeter, and a thermos-style calorimeter. A simple animation is provided to illustrate the initiation of the chemical reaction. The user specifies the heat change for the reaction and characterizes the rate at which heat is released. The applet is a Data Source (Data Connections) providing time (t) and temperature (T) data.

Calorimeter.class Version 2.0 Copyright 2008 David N. Blauch

## LUDOTECA (EXPERIMENTOS)

Experimentos Conceituais de Calorimetria.

1. Para este experimento vamos precisar de dois termômetros, duas canecas, uma jarra, um aquecedor de água elétrica e água. Tome porções iguais de água em cada caneca e aqueça a água de uma das canecas até que ela atinja aproximadamente 80°. Depois despeje as águas na jarra e a misture rapidamente e volte a colocá-las nas canecas. Meça a temperatura de equilíbrio

das canecas e verifique que elas estão muito próximas entre si, sendo que a água da caneca em que esquentamos parte da água deve estar mais quente.

Discussão: Discuta com a classe qual seria a temperatura de equilíbrio esperado da mistura de águas e por que a temperatura da caneca em que esquentamos parte da água deve estar mais quente.

Discuta como podemos melhorar o experimento. Por exemplo, através da introdução de recipientes adiabáticos (garrafas térmicas).

Outro exemplo: um pouco antes de realizarmos a experiência poderíamos aquecer uma porção de água a uma temperatura média entre a ambiente e  $80^\circ$  e colocá-la na jarra antes de misturarmos as águas. Por quê?

Exemplo prático: Mande-os observarem nos cafés que as xícaras ficam em cima da máquina de café expresso para ficarem aquecidas. Por quê?

2. Para este experimento precisaremos de água, de um termômetro, de uma jarra de vidro e uma garrafa térmica. No começo da aula aqueçamos uma porção de água até aproximadamente  $90^\circ$ . Depois coloquemos partes iguais de água na jarra e na garrafa térmica (e lembre-se de fechá-la). Após meia hora meça a temperatura das águas e discuta com os alunos por que podemos considerar a garrafa térmica um recipiente adiabático, onde não há troca de calor, e a jarra um sistema aberto.

## CAPACIDADE TÉRMICA DO CALORÍMETRO [NETTO]

### Introdução

O calorímetro escolar nada mais é que uma caneca de alumínio de parede fina (providência que minimiza sua massa) que se ajusta perfeitamente no interior de um reservatório de isopor munido de tampa, também de isopor. Obviamente, quando se estudam trocas de calor utilizando tal calorímetro, essa caneca de alumínio participará também de tais trocas, recebendo ou fornecendo calor para as substâncias de seu interior, afetando o resultado final. Assim, para que se faça o devido equacionamento calorimétrico é necessário que se conheça a capacidade térmica dessa caneca do calorímetro.

Esse experimento tem por objetivo essa determinação.

### Material

Calorímetro com tampa de um furo,  
ebulidor elétrico (300 W x 110 V),  
béquer de 250 ml,  
béquer de 400 ml,  
béquer de 1000 ml,  
balança sensível ao décimo do grama,  
termômetro de décimo de grau, de  $0^\circ\text{C}$  a  $50^\circ\text{C}$ .

## Procedimento

1. Use o béquer de 1000 ml para guardar água gelada (água em contato com gelo) e o de 400 ml para aquecer água por meio do ebulidor elétrico. O béquer de 250 ml deve ser usado para as pesagens. Passe o termômetro pelo furo da tampa do calorímetro.
2. Coloque no calorímetro M1 gramas de água a temperatura t1 (de preferência uns 5°C abaixo da temperatura ambiente).
3. Retire o termômetro do calorímetro e determine com ele a temperatura t2 (uns 5 oC acima da temperatura ambiente) de M2 gramas de água que devem ser colocadas, a seguir, rapidamente, no calorímetro.
4. Determine a temperatura t de equilíbrio, de acordo com a seguinte técnica: Procure homogeneizar a temperatura da água sacudindo o calorímetro, você observará que a coluna termométrica sobe rapidamente e depois começa a descer. Leia a temperatura mais alta.

## EQUACIONANDO

A equação calorimétrica do processo será:

$$M_{1.ca} \cdot (t - t_1) + \mathbf{B} \cdot (t - t_1) = M_{2.ca} \cdot (t_2 - t)$$

onde ca é o calor específico da água e **B** a capacidade térmica do calorímetro.

Da expressão acima obtém-se:

$$\mathbf{B} = [M_{2.ca}(t_2 - t)/(t - t_1)] - M_{1.ca}$$

Na prática, o valor numérico de B é obtido com certa simplificação através dos seguintes cuidados: Tomam-se massas iguais de água fria e quente ( $M = M_1 = M_2$ ) e, como  $ca = 1 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$  obtemos para B o seguinte valor numérico:

$$\mathbf{B} = M \cdot [(t_2 - t)/(t - t_1) - 1] \quad (*)$$

A experiência deve ser repetida de 5 a 10 vezes. Preencha um quadro como o do modelo abaixo e calcule o valor médio de **B**.

Exp.Nº	M	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t	t - t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub> - t	B (*)
1							
2							

Nota: Você percebeu que participou das trocas de calor mais um elemento que não foi considerado no equacionamento? Não? Pois bem, foi o termômetro. Ele também tem a sua capacidade térmica e, como isso, interfere nas trocas de calor. Como você faria para determinar a capacidade térmica do termômetro?

### CONSTRUÇÃO DO CALORÍMETRO

Como dissemos o material utilizado para construir o calorímetro constitui-se, basicamente, de dois recipientes de isopor para latas de 350 ml e mais uma dessas latas vazia, da qual se retira a tampa com a ajuda de um abridor de latas. Um dos dois recipientes de isopor será usado como a tampa do calorímetro. Para isso, cortamos, a aproximadamente dois dedos do fundo do recipiente, a peça que vai servir a esse fim.

Toma-se o cuidado para que esse corte seja bem feito, pois a tampa deve encaixar da melhor maneira possível na parte superior do recipiente de isopor que contém a lata sem tampa. Esta última, geralmente, sobressai uns dois dedos do recipiente de isopor que a contém. Por fim, fazemos uma perfuração central na tampa de isopor, de modo que o diâmetro do furo sirva para passar perfeitamente o termômetro que será usado nas experiências de calorimetria. Feito isso, temos o nosso calorímetro pronto para realizar as experiências.

### MEDIDAS COMPARATIVAS E PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

#### a) Capacidade térmica dos calorímetros

Para a determinação das capacidades térmicas dos calorímetros alternativos e da *Funbec*, partiu-se das medidas das temperaturas de equilíbrio térmico que estes alcançavam quando trocavam calor com certa quantidade de água previamente fervida. A temperatura inicial dos calorímetros era a ambiente<sup>2</sup> e a quantidade de água usada foi de 340g para o calorímetro alternativo e de 200g para o da *Funbec*. Tais valores correspondiam às suas capacidades volumétricas máximas. A água fervida, antes de ser rapidamente jogada no calorímetro, tinha a sua temperatura previamente avaliada. Após a ação de verter a água dentro do calorímetro, tomava-se o cuidado de fechá-lo imediatamente e encaixar o termômetro no buraco da tampa, a fim de medir a temperatura de equilíbrio térmico. Depois da medida da temperatura de equilíbrio e da precisa determinação da quantidade de água vertida, passávamos ao cálculo da capacidade térmica. O cálculo da capacidade térmica sai diretamente do primeiro princípio da calorimetria, que diz o seguinte: quando dois corpos, termicamente isolados, trocam entre si calor, sem ganhar ou perder energia para outros corpos, a quantidade de calor cedida por um deles é igual à quantidade de calor que o outro recebe, ou seja,

$$Q_{cedido} = Q_{absorvido}$$

Sabendo que a capacidade térmica dos calorímetros é  $CQ/t$  e que a quantidade de calor cedido ou recebido é  $Q = mc\Delta t$ , podemos estabelecer a seguinte relação:

$$Q_{\text{água}} = Q_{\text{calorímetro}}$$

(a quantidade de calor cedido pela água é igual à quantidade de calor absorvido pelo calorímetro),

$$m_a c_a \Delta t_a = C \Delta t_{cal},$$

$$m_a c_a (t_{ced} - t_{eq}) = C(t_{eq} - t_{cal}),$$

$$C = m_a c_a (t_{ced} - t_{eq}) / (t_{eq} - t_{cal}),$$

que é a capacidade térmica do calorímetro, no qual  $m_a$  é a massa de água,  $c_a$  o calor específico de água e  $t_a$  a variação de temperatura da água ou do calorímetro. Da relação anterior obtivemos as seguintes medidas para ambos os calorímetros:

$$C (\text{Funbec}) = 20,74 \pm 1,07 \text{ cal/}^\circ\text{C}$$

$$C (\text{Alternativo}) = 19,7 \pm 0,7 \text{ cal/}^\circ\text{C}$$

#### b) Isolamento térmico

Um segundo ponto importante de avaliação comparativa entre os calorímetros refere-se à qualidade do isolamento térmico de ambos. Para isso, fizemos um teste dessa qualidade. Assim, passamos a medir o decréscimo da temperatura interna dos calorímetros a partir da temperatura de equilíbrio em função do tempo (de 10 em 10 minutos), durante 40 minutos. Na tabela a seguir mostramos as temperaturas dos calorímetros em função do tempo.

Pela tabela, verifica-se que as taxas de perda de calor entre os calorímetros são praticamente equivalentes.

Temperatura ( $\pm 0,5^\circ\text{C}$ )				
Tempo (min)	Funbec	$\Delta T$	Alternativo	$\Delta T$
0(t)	91		91	
10	85	6	87	4
20	81	4	83	4
30	77	4	79	4
40	73	4	76	3



### DIFUSÃO CULTURAL

Vamos discutir a seguir um texto sobre a aplicabilidade de materiais cerâmicos na indústria automobilística retirado do artigo “Inovações tecnológicas: aplicação de materiais cerâmicos na indústria automobilística” [Nóbrega, Fritz e Souza]. O motivo principal e o de introduzir a idéia de que motores a combustão jogam uma quantidade enorme de calor no meio ambiente, contribuindo negativamente para o efeito estufa (aquecimento do ambiente). Antes de ler trechos deste artigo seria bom pensarmos como poderíamos diminuir esta emissão de calor. De que é feito (material) o motor de um carro (metal = condutor de calor)? Como poderíamos substituir o metal por um elemento isolante (adiabático)? Louças que vão ao forno são feitas de vidro ou cerâmicas? Poderíamos construir motores feitos de materiais cerâmicos?

Trecho 1 -

Hoje se pode dizer que os materiais metálicos representam cerca de 70% de um automóvel em substituição à madeira que era responsável por 85% da carroceria nos anos 20. Os demais 30% são provenientes de materiais como plásticos, vidros, têxteis, tintas e outros. (MEDINA e NAVEIRO, 2000). As inovações em materiais são denominadas de “inovações invisíveis”, ou seja, inovações que o consumidor não percebe ou não valoriza a não ser indiretamente pelo que oferecem (CLARK e FUJIMOTO, 1991 apud MEDINA e NAVEIRO, 2000).



Vários são os fatores que forçam a busca por novos materiais como a necessidade de tornar os veículos mais leves, mais resistentes e menos poluentes promovendo a melhoria do desempenho e a redução do custo do automóvel. Esse processo tem implicado em várias mudanças na indústria automobilística, tanto na parte operacional de sua forma produtiva, quanto na forma de elaboração de projetos de veículos novos levando as indústrias automobilísticas a considerarem no projeto desde a escolha do tipo de material até o tipo de consumidor.

O objetivo do artigo é apresentar a utilização do material cerâmico como substituto de materiais na fabricação de peças dos automóveis, e os aspectos tecnológicos, econômicos e ambientais que interferem nessa substituição de materiais. O trabalho é complementado com a descrição de experiências realizadas pela Mercedes-Benz e Renault mostrando os resultados obtidos.

## O MATERIAL CERÂMICO

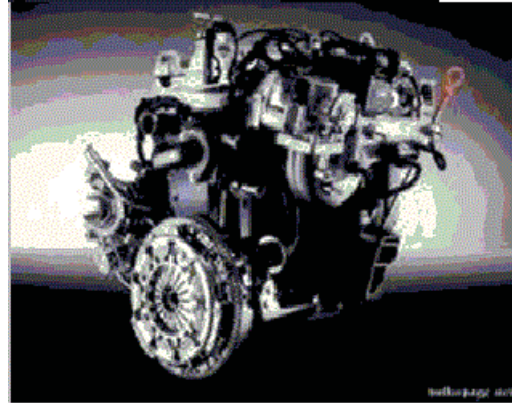
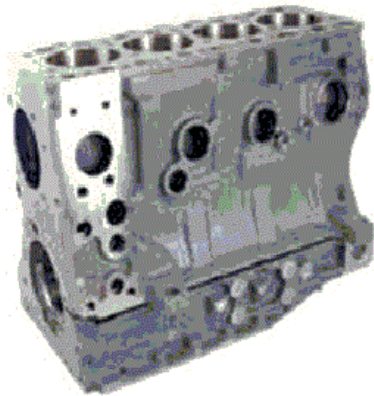
Cerâmica é qualquer material inorgânico, não-metálico, obtido geralmente após tratamento térmico em temperaturas elevadas. O termo cerâmica vem da palavra grega *keramikos*, que significa “material queimado”, indicando que as propriedades destes materiais são obtidas através de um processo de tratamento térmico de alta temperatura denominado queima.

Os materiais cerâmicos são fabricados a partir de matérias-primas classificadas em naturais e sintéticas. As naturais mais utilizadas industrialmente são: argila, caulim, quartzo, feldspato, filito, talco, calcita, dolomita, magnetita, cromita, bauxita, grafita e zirconita. As sintéticas incluem, entre outras, alumina (óxido de alumínio) sob diferentes formas (calcina, eletrofundida e tabular), carbetos de silício e diversos produtos inorgânicos.

## VANTAGENS DO USO DE MATERIAL CERÂMICO

As principais demandas de cerâmicas avançadas provêm da indústria automobilística e aeroespacial. Além da preocupação dos consumidores e do governo com as questões ambientais, estas indústrias, em especial a automobilística, têm investido na busca por materiais de alta tecnologia que propiciem um aumento na eficiência do consumo de combustível e diminuam os impactos no meio ambiente.

As principais vantagens desses materiais sobre as ligas metálicas convencionais incluem: capacidade de suportar maiores temperaturas de operação, o que aumenta a eficiência do combustível; excelente resistência contra desgaste e corrosão; menores perdas por atrito; possibilidade de operação sem um sistema de refrigeração; e menor densidade que resulta em diminuição do peso total do motor. Esses motores cerâmicos estão em fase de desenvolvimento, porém alguns componentes como blocos do motor, válvulas e pistões já foram projetados e testados. Esses materiais também estão sendo testados em turbinas, com rotores e câmaras de combustão de cerâmica.



### EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO DE MATERIAL CERÂMICO: CASO MERCEDES-BENZ E RENAULT

Mercedes-Benz investiga a viabilidade de materiais cerâmicos de alto desempenho desde 1984. Ela fez testes em 1700 motores equipados com modernas válvulas de nitreto de silício, desenvolvidas pela *Bayer* e *NGK*. Qualquer componente do motor que se mova rapidamente necessita de muita energia, e quanto mais pesado, mais energia será necessária. As válvulas de cerâmica, com seu peso reduzido, garantem assim uma eficiente economia. Eles também vêm cooperando com fornecedores continuamente para melhorar as propriedades de seus materiais. Uma válvula de admissão feita de nitreto de silício pesa apenas 26 gramas, enquanto uma válvula equivalente de aço pesa 61 gramas, uma diferença de aproximadamente 56%. Uma válvula de exaustão de cerâmica pesa 25 gramas, e a de aço pesa 57 gramas. Em um motor do Classe C superalimentado de 2,3 litros, a economia em peso oferecida pelas válvulas cerâmicas é de aproximadamente 500 gramas.

Como o motor está movendo um peso menor, significa que está ocorrendo ganho de energia (para o motor acima, constatou-se um ganho em torno de 250 *watts*). Além disso, diminui-se o atrito nas válvulas, que melhora o consumo de combustível. As válvulas de cerâmica podem garantir menos 3 a 6% no consumo de combustível de um motor de quatro cilindros, uma economia de 0,3 a 0,5 litros de combustível a cada 100 quilômetros. Quanto à resistência dos cerâmicos no motor, onde são submetidos a cargas elevadas, os testes mostram que são confiáveis. Em um motor de quatro cilindros operando a plena Carga as válvulas se abrem e fecham aproximadamente 3000 vezes por minuto, submetidas a temperaturas acima de 800°C e pressões em torno de 80 bar. Dezesete motores da Mercedes equipados com válvulas cerâmicas suportaram 8500 horas de testes em laboratório e mais de 300.000 quilômetros em testes em estrada sem apresentar problemas. O único obstáculo a ser superado pelos projetistas é relacionado ao custo,

pois as válvulas de cerâmica podem custar até duas vezes mais que as válvulas metálicas convencionais.

Já a *Renault* tem opinião diferente. Segundo um especialista em motores, os materiais cerâmicos, não serão utilizados por razões de desenvolvimento técnico insuficiente na montagem da peça ou do veículo, pois são considerados frágeis e exigem muito cuidado na montagem da peça e do veículo. A *Renault* não emprega cerâmicos, pois a *Peugeot* já teve problemas com esse material no seu motor V6, 24 válvulas, que é um motor para carros muito caros, de alto luxo e de pequena escala de produção.

Q1 – Que são inovações invisíveis?

Q2 – Quais são os fatores que forçam a indústria a procurar e desenvolver novos materiais?

Q3 – Por que a indústria está utilizando cada vez mais materiais cerâmicos na fabricação de automóveis?

Q4 – O tema indústria automobilística e poluição, em sua opinião, é um tema interessante de ser abordado em sala de aula? Cite outro?

## VÍDEOS EDUCACIONAIS

Faça uma análise dos vídeos aulas abaixo, observando com muita atenção se eles satisfazem a proposta de serem materiais complementares ou se eles podem substituir as aulas presenciais.

1. Video aula do Professor Wanis Rocha – WWW.aula defisica.com (<http://www.youtube.com/watch?v=xs0SHTyHYGc>)
2. Video aula1 do Professor André Luis - <http://www.youtube.com/watch?v=74mlsN985Ns&feature=related>
3. Video aula2 do Professor André Luis - [http://www.youtube.com/watch?v=0DE\\_OHixqOc&feature=related](http://www.youtube.com/watch?v=0DE_OHixqOc&feature=related)
4. O Mundo de Bickman - <http://www.youtube.com/watch?v=NyOvwyM67ek&feature=related>
5. Novo Telecurso - Ensino Médio - Física - Aula 23 (1 de 2) - <http://www.youtube.com/watch?v=C4UzUOI0lgA>
6. Novo Telecurso - Ensino Médio - Física - Aula 23 (1 de 2) - <http://www.youtube.com/watch?v=MnTc8YSvUgY&feature=related>



### COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

Os alunos e futuros professores devem ter sentido dificuldade em fazer o experimento sugerido pelo professor Luiz Ferraz Neto. Isso é normal já que nem todos nós temos facilidade em manusear ou adquirir alguns dos materiais. Mas devem ter observado pelos experimentos aqui propostos que podemos fazer muita coisa de forma simples e engenhosa. Que não precisamos ficar presos à literatura.

Eles devem ter percebido, que existe muito material de apoio na *internet*, principalmente *applets* de ensino. Que o tema calorimetria pode ser muito bem explorado em sala de aula.

Estes devem, através de vídeo aulas, ter percebido que mesmo alguns projetos sérios não conseguem se afastar do conceito das aulas teóricas baseadas na exposição de conceitos e na resolução de exercícios.

Respostas as questões

Q1. Inovações que o consumidor não percebe ou não valoriza a não ser indiretamente pelo que oferecem

Q2. Vários são os fatores que forçam a busca por novos materiais como a necessidade de tornar os veículos mais leves, mais resistentes e menos poluentes promovendo a melhoria do desempenho e a redução do custo do automóvel.

Q3. Porque eles estão na busca por materiais de alta tecnologia que propiciem um aumento na eficiência do consumo de combustível e diminuam os impactos no meio ambiente.

Q4. Esperamos que ele responda que sim.

### CONCLUSÃO

Mostramos através de um texto simples complementado com alguns experimentos de baixo custo e vários *applets* de ensino, que o conceito de calorimetria pode ser ensinado de forma lúdica e menos teórica. Também ficou claro que calorimetria é um tema que envolve muitos fatos (experiências) corriqueiros e cotidianos e que podemos torná-lo um tema mais atraente e menos decorativo para os alunos.

Deve ter ficado claro para o futuro professor que existem muitos conceitos e paradigmas envolvidos nas explicações dos fenômenos termodinâmicos. Que podemos usar um ou mais destes ao explicar estes.

Estes devem ter ficado cientes que existem diversos materiais de apoio ao ensino de física, como ludotecas e vídeo aulas, que podem ser usados como reforço no aprendizado.



Os futuros professores devem ter ficado cientes que apesar da terminologia ser um tema antigo e aparentemente simples, existe muita pesquisa sobre o tema. Esperamos que o tema “preservação do ambiente e as novas tecnologias” tenha atraído sua atenção sobre esse fato e que terminologia é tema muito atual.

## RESUMO

Apresentamos aqui um texto simples sobre calorimetria recheado de *applets* de ensino. Complementamos este com alguns experimentos de baixo custo elaborados por nós mesmos e por outros retirados de diversos *sites* de ensino – principalmente do *site* feira de ciências. Mostramos que existem vários vídeos aulas, alguns feitos de forma profissional, que devem ser sugeridas aos seus futuros alunos.

Apresentamos um texto sobre a pesquisa de materiais cerâmicos na indústria automobilística, dentro do contexto do tema ‘preservação do ambiente e as novas tecnologias’, com a intenção de trazer a tona a preocupação de se abordar temas de ciência e tecnologia em sala de aula.

## REFERÊNCIAS

- Wikipedia - <http://pt.wikipedia.org/wiki/Calorimetria>  
LUIZ F. Neto. Feira de Ciências - [www.feiradeciencias.com.br](http://www.feiradeciencias.com.br)  
XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção - Florianópolis, SC, Brasil, 03 a 05 de nov de 2004; [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004\\_Enegep0801\\_1975.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004_Enegep0801_1975.pdf)  
HALLIDAY, D., Resnick, R., Walker, J.; **Física**, Vol. 2, Livros Técnicos e Científicos Editora, Rio de Janeiro, 1996  
TIPLER, P.A.; **Física (Para Cientistas e Engenheiros), Vol.2 , Gravitação Ondas e Termodinâmica**, 3a Ed., Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1995.



