



## Uma investigação concernente à fonte do calor que é excitada pelo atrito (1798)

**Benjamin Thompson – Conde Rumford  
(1753-1814)**

Extraído de MAGIE, W.F. (org.) (1935), *A Source Book in Physics*. Nova Iorque: McGraw-Hill, pp. 151-61. Tradução feita do inglês para o curso de Tópicos de História da Física Moderna, IFUSP, prof. Osvaldo Pessoa Jr., 1<sup>o</sup> semestre de 2004.

[...] Foi por acidente que fui levado a realizar os Experimentos que estou prestes a descrever. Apesar de eles talvez não terem suficiente importância para merecerem uma apresentação tão formal, não posso deixar de ter a esperança de que eles possam ser considerados curiosos em vários aspectos, e merecedores da honra de serem conhecidos pela Royal Society.

Nos últimos tempos, estive empenhado na supervisão da perfuração de canhões, nas oficinas do arsenal militar de Munique. Impressionei-me com o grau muito considerável de Calor que uma arma de bronze adquire, em curto tempo, ao ser perfurada; e com o Calor ainda mais intenso [...] de lascas metálicas separadas dela por ação da broca.

Quanto mais meditava sobre esses fenômenos, mais eles me pareciam curiosos e interessantes. Uma investigação completa deles parecia até prometer uma compreensão maior da natureza oculta do Calor; e nos permitir formar algumas conjecturas razoáveis a respeito da existência, ou não existência, do fluido ígneo: um assunto sobre o qual as opiniões dos filósofos, em todos os tempos, têm sido bastante divididas. [...]

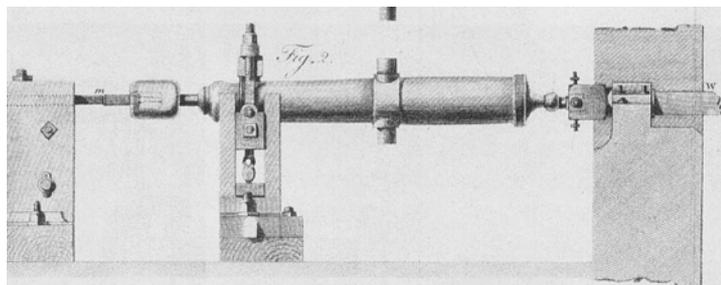
Tomei um canhão de bronze fundido, tosco como o que sai da fundição, e o fixei horizontalmente na máquina de perfuração, ao mesmo tempo que lhe dei um acabamento externo, girando-o (ver Fig. 2). Fiz com que sua extremidade fosse cortada e, trabalhando o metal naquela parte, foi formado um cilindro sólido, com  $7\frac{3}{4}$  polegadas de diâmetro e  $9\frac{1}{10}$  pol. de comprimento. Este, quando terminado, permaneceu ligado ao resto do metal (que constituía o canhão, propriamente dito) por meio de um pequeno gargalo cilíndrico, de apenas  $2\frac{1}{5}$  pol. de diâmetro e  $3\frac{1}{10}$  pol. de comprimento.

Este curto cilindro, apoiado em sua posição horizontal, girava em torno de seu eixo por meio do gargalo com o qual permanecia ligado ao canhão, e foi então perfurado com a broca horizontal usada para perfurar o canhão; mas seu furo, que tinha 3,7 pol. de diâmetro, ao invés de atingir toda sua extensão (9,8 pol.), tinha somente 7,2 pol. de comprimento, de forma que um fundo sólido permaneceu neste cilindro oco, cujo fundo tinha 2,6 pol. de grossura. Esta cavidade está representada pelas linhas tracejadas na Fig. 2 e também na Fig. 3, onde o cilindro aparece numa escala ampliada.

Este cilindro foi desenhado especialmente para gerar Calor por atrito, ao ter uma broca cega forçada contra seu fundo sólido ao mesmo tempo em que ele era girado em torno de seu eixo pela força de cavalos. Para que o Calor acumulado no cilindro pudesse ser medido de tempos em tempos, um pequeno buraco (ver *d*, *e*, na Fig. 3) de 0,37 pol. de diâmetro e 4,2 pol. de profundidade, foi feito nele, com a finalidade de introduzir um pequeno termômetro mercurial cilíndrico [...]

[O Experimento n<sup>o</sup> 1 envolveu a geração do calor a seco, com o canhão envolto com uma flanela grossa. O Experimento n<sup>o</sup> 2 impedia o contato com o ar. O Experimento n<sup>o</sup> 3 é descrito a seguir.]

Uma caixa quadrangular oblonga de madeira, impermeável, com  $11\frac{1}{2}$  polegadas inglesas de comprimento,  $9\frac{1}{10}$  pol. de largura e  $9\frac{1}{10}$  pol. de profundidade, provida com buracos ou fendas no meio de cada uma de suas extremidades, grandes o suficiente para receber, de um lado, o bastão quadrado de ferro na ponta do qual a broca de ferro cega estava presa, e, do outro, o pequeno gargalo cilíndrico que ligava o cilindro oco ao canhão. [...] Ao entornar água na caixa, e enchendo-a até o topo, o cilindro deve ficar completamente coberto, e envolto por todos os lados, por aquele fluido. [...]



Feito isso, a caixa foi posta no lugar, e as junções do bastão de ferro e do gargalo do cilindro, nas duas extremidades da caixa, foram feitas impermeáveis por meio de anéis de couro lubrificadas. A caixa foi cheia com água fria (à temperatura de 60° [F]) e a máquina posta em funcionamento.

O resultado deste lindo Experimento foi muito impressionante, e o prazer que me deu compensou amplamente todo o trabalho que eu tive de planejar e arrumar o complicado maquinário necessário para realizá-lo.

O cilindro, girando a uma taxa de 32 vezes por minuto, estava ainda em movimento por um tempo curto quando percebi, colocando minha mão n'água e tocando o lado externo do cilindro, que Calor havia sido gerado. E não demorou muito para que a água cercado o cilindro ficasse quente de maneira sensível.

Ao final de uma hora descobri, mergulhando um termômetro dentro da água na caixa (a quantidade deste fluido era 18,77 libras Avoirdupois, ou 2¼ galões de vinho), que sua temperatura aumentou nada menos do que 47 graus, sendo agora 107° na escala de Fahrenheit.

Quando mais 30 minutos se passaram, ou seja, 1 hora e 30 minutos após o maquinário ter sido posto em movimento, o Calor da água na caixa era 142°. Ao final de 2 horas, desde o início do Experimento, a temperatura da água foi encontrada em 178°. Após 2 horas e 20 minutos ela estava em 200°, e após 2 horas e 30 minutos ela DE FATO FERVEU! [212°F]

Seria difícil descrever a surpresa e o espanto expressos nas fisionomias dos espectadores, ao verem uma quantidade tão grande de água fria ser esquentada e de fato ferver sem nenhum fogo. [...]

Meditando sobre os resultados de todos esses Experimentos, somos naturalmente levados àquela grande questão que tão freqüentemente tem sido objeto de especulação entre filósofos, qual seja: O que é Calor? – Existe algo como um *fluido ígneo*? – Existe algo que possa, com propriedade, ser chamado *calórico*?

Vimos que uma quantidade muito considerável de Calor pode ser excitada no Atrito de duas superfícies metálicas, e emitida numa corrente ou fluxo contínuo, em todas as direções, sem interrupção ou intervalo, e sem quaisquer sinais de diminuição ou exaustão.

De onde veio o Calor que foi continuamente emitido desta maneira, nos Experimentos precedentes? [...]

E, ao refletir sobre o assunto, não devemos esquecer de considerar aquela circunstância notável, que a fonte do Calor gerada por atrito, nestes Experimentos, parecia evidentemente ser *inesgotável*.

Mal é preciso adicionar que qualquer coisa que um corpo *isolado*, ou sistema de corpos, pode continuar a fornecer *sem limitação*, não pode de maneira alguma ser uma *substância material*: e parece-me ser extremamente difícil, senão impossível, formar qualquer idéia distinta de qualquer coisa que seja capaz de ser excitada e comunicada, da maneira pela qual o Calor foi excitado e comunicado nestes Experimentos, a não ser que ela seja MOVIMENTO.

