

A LEI DO RESFRIAMENTO DE NEWTON: ALIANDO TEORIA E PRÁTICA

Elcio Correia de Souza Tavares; Raphael Bender Chagas Leite

Centro Estadual de Educação Profissional professora Lourdinha Guerra, ceepLOURDINHAGUERRA@hotmail.com

Resumo: Este trabalho apresenta um caso de motivação para a aprendizagem de física através da resolução na prática de dúvidas surgidas na sala de aula. Uma das grandes dificuldades no ensino de física é a distância entre os conceitos teóricos e as aplicações práticas destes conceitos. As aulas quase sempre acontecem apenas nas salas de aula e envolvem os conceitos e suas fórmulas, tornando-se maçantes para os alunos. Algumas vezes, porém, surge uma controvérsia que permite um debate mais profundo e que mostra aos alunos um vislumbre do método científico que atrai tantas mentes brilhantes à ciência. Um desses momentos aconteceu quando, corrigindo em sala uma de nossas provas, uma questão do ENEM que constava da mesma, referente ao conceito de diferenças na taxa de transmissão de calor de corpos brancos e pretos, foi objeto de polêmica durante sua resolução. Os alunos contestaram a resposta oficial e essa dúvida gerou um debate durante a aula, e não foi resolvida ao seu final. Resolvemos por fim fazer um experimento que simulasse o da questão. Utilizamos um microcontrolador arduino para realizar a captação dos dados de aquecimento e resfriamento. Os resultados mostraram a diferença entre a taxa de aumento e de diminuição de temperatura entre corpos brancos e pretos, mas surgiram novos questionamentos a respeito. O inesperado debate propiciou uma situação na qual os alunos espontaneamente procuraram aprender mais e despertou um interesse pelo assunto maior que o usual, mostrando como a união entre teoria e prática é um método eficiente de aprendizado.

Palavras-chave: Lei do resfriamento, Newton, arduino, prática.

Introdução

Este trabalho apresenta um caso de motivação para a aprendizagem de física através da resolução na prática de dúvidas surgidas na sala de aula.

Seu objetivo é, através da observação experimental, verificar se a taxa de resfriamento de um corpo pintado de preto é realmente maior que a do mesmo corpo pintado de branco.

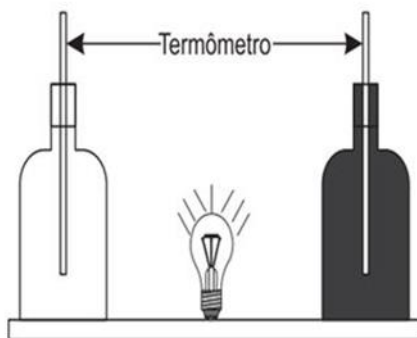
Uma das grandes dificuldades no ensino de física é a distância entre os conceitos teóricos e as aplicações práticas destes conceitos. Carvalho (2013), utilizando-se de sequências de ensino investigativo, diz que é possível criar um ambiente investigativo em salas de aula de Ciências, com o objetivo de proporcionar aos alunos condições de utilizar seus conhecimentos prévios para construir novos, discutir suas ideias com os colegas e com o professor, estruturando cientificamente seus conhecimentos e linguagem.

As práticas no laboratório didático de Física geralmente vêm com roteiros prontos (engessados) e muitas vezes mal elaborados, construídos com materiais inadequados e que acabam desestimulando o aluno na hora de realizar e interpretar o experimento. Tais práticas pouco ajudam os alunos a perceberem o vínculo da experimentação com teorias e leis físicas subjacentes. As aulas teóricas, por sua vez, na sua maioria acontecem apenas nas salas de aula e envolvem os conceitos e suas fórmulas, de modo que se tornam maçantes para os alunos.

Algumas vezes, porém, surge uma controvérsia que permite um debate mais profundo e que mostra aos alunos um vislumbre do método científico que atrai tantas mentes brilhantes à ciência.

Um desses momentos aconteceu quando, em uma de nossas provas, aplicada a uma turma do segundo ano do ensino médio, a questão do ENEM que constava da mesma foi objeto de polêmica durante sua resolução:

Em um experimento, foram utilizadas duas garrafas PET, uma pintada de branco e a outra de preto, acopladas cada uma a um termômetro. No ponto médio da distância entre as garrafas, foi mantida acesa, durante alguns minutos, uma lâmpada incandescente. Em seguida, a lâmpada foi desligada. Durante o experimento, foram monitoradas as temperaturas das garrafas: a) enquanto a lâmpada permaneceu acesa e b) após a lâmpada ser desligada e atingirem equilíbrio térmico com o ambiente.



A taxa de variação da temperatura da garrafa preta, em comparação à da branca, durante todo experimento, foi

- A) igual no aquecimento e igual no resfriamento.
- B) maior no aquecimento e igual no resfriamento.
- C) menor no aquecimento e igual no resfriamento.
- D) maior no aquecimento e menor no resfriamento.
- E) maior no aquecimento e maior no resfriamento.

(ENEM 2013 – Questão 48 Prova azul)

Os alunos contestaram a resposta oficial (letra E), alegando que podiam perceber que a garrafa preta aquecia mais rápido, pois a “cor” preta absorvia mais energia, mas que não percebiam porque ela também resfriaria mais rápido.

Essa dúvida gerou um acalorado debate durante a aula, e não foi resolvida ao seu final. Ambos os lados prometeram estudar o assunto e retomá-lo na próxima aula. Eu, por minha vez, além de ler sobre a lei de Newton do resfriamento, consultei um grupo de colegas professores de física e eles também ficaram agitados, defendendo a resposta oficial, mas com dificuldades para explicar porque o resfriamento da garrafa preta seria mais rápido. O inesperado debate propiciou uma situação na qual os alunos espontaneamente procuraram aprender mais e despertou um interesse pelo assunto maior que o usual.

Decidimos então realizar o experimento descrito pela questão, usando o arduino (ARDUINO) para captação dos dados de temperatura. O microcontrolador arduino é um dispositivo barato, funcional e fácil de programar. A placa arduino possui um conjunto de entradas e saídas que permitem controlar uma diversidade de sensores e atuadores. Com os sensores a placa se torna uma excelente opção para obter informações do ambiente.

Referencial teórico.

Transmissão de calor é a transição de energia térmica de um corpo a maior temperatura para outro a temperatura mais baixa. No século XVIII Newton verificou que o calor retirado de um objeto quente é levado pelo vento. Após esquentar um objeto e deixá-lo em repouso num lugar isolado, para não perder calor por contato, percebeu que com o tempo sua temperatura diminui. Assim a única forma de perder calor é para o ambiente. A Lei de resfriamento por ele formulada afirma que para pequenas diferenças de temperaturas, a taxa de resfriamento é aproximadamente proporcional à diferença entre as temperaturas do objeto e do ambiente.

Segundo CAMPOS et ali, a lei de Newton do resfriamento, em termos modernos, estabelece que "a taxa de perda de calor de um corpo é proporcional à diferença de

temperatura entre o corpo e seus arredores.". Para um sólido em contato térmico com um fluido, a taxa de resfriamento é dada pela equação 1 (HEWITT):

$$dT/dt = -\alpha(T - T_A) \quad (1)$$

Sendo:

dT/dt a variação da temperatura no tempo.

α uma constante de proporcionalidade

T a temperatura do objeto que se pretende aquecer ou resfriar.

T_A a temperatura do ambiente.

A constante α depende de fatores como, a forma da superfície, o fluido ser líquido ou gás, da densidade, calor específico e condutividade térmica do fluido, entre outros.

Pode-se ver pela equação (1) que a garrafa preta, por estar a uma temperatura maior que a branca, teria uma taxa de variação maior, mas a dúvida permaneceu em relação à mudança de temperatura da garrafa preta ser maior se ambas estivessem à mesma temperatura.

Uma discussão mais aprofundada pode ser encontrada em (SILVA) e (IF).

Metodologia

No nosso experimento utilizamos duas latas metálicas iguais, cobertas com fita adesiva da mesma marca, sendo uma branca e uma preta. As latas foram colocadas à mesma distância de uma lâmpada incandescente, de maneira a receberem a mesma quantidade de

calor. Ambas tinham acopladas a si um sensor de temperatura (Ds18b20) conectado ao arduino. O equipamento foi programado para adquirir a temperatura e transmitir a um computador por via serial, com uma taxa de amostragem de um ponto por segundo para cada sensor. Os dados foram armazenados em um microcomputador para análise offline.

A montagem pode ser vista nas figuras 1 e 2. A medição começou com as latas à temperatura ambiente e com a lâmpada desligada. Após 1 minuto, verificando-se que a temperatura permanecia igual para ambas, ligou-se a lâmpada e deixou-se a mesma ligada por 30 minutos. Após esse tempo, a lâmpada foi desligada e deixou-se o sensor adquirindo os dados até que ambas voltassem à temperatura ambiente. O tempo total de aquisição dos dados foi de cerca de 50 minutos.

A montagem, com a explicação do que era o arduino, suas possibilidades e como utilizá-lo naquele caso específico foram momentos de grande aprendizado, com os alunos perguntando e dando novas ideias todo o tempo.



Figura 1 – Aparato experimental

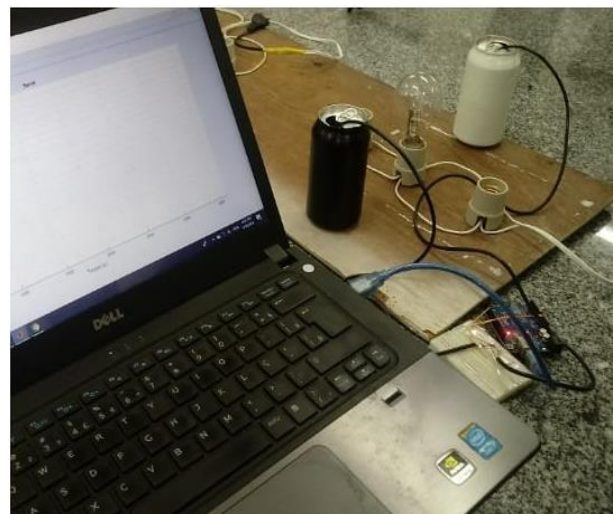


Figura 2 – Detalhe da montagem

Resultados e discussão

A variação de temperatura das latas é mostrada na figura 3.

Pode-se verificar pela figura que efetivamente a lata preta tanto aqueceu quanto resfriou mais rápido do que a branca. Essa taxa de aquecimento-resfriamento mais rápida para a lata preta foi objeto de discussão frutífera, porque espontânea.

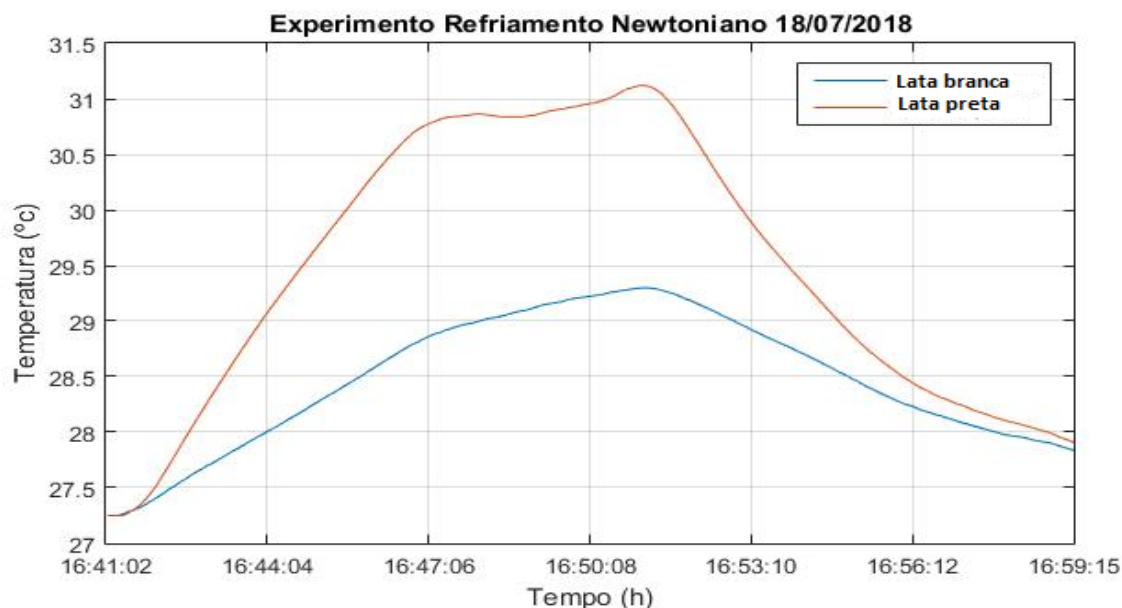


Figura 3 - Variação de temperatura das latas branca e preta em função do tempo

Os alunos observaram as curvas e concordaram que a lata preta tanto aquecia quanto resfriava mais rápido que a branca.

Nós então mostramos que esse comportamento era previsto pela teoria e que a concordância entre teoria e prática era um dos pilares do método científico. Essa experiência serviu como um “start” de uma nova maneira de ensinar baseada nessa junção. Foi perguntado se isso acontecia realmente e em quais casos nós poderíamos fazer novos experimentos de comprovação.

A observação do instante entre 16h47 e 16h50 foi interpretado por eles mesmos como uma interferência externa, possivelmente um deslocamento de ar causado pela mudança de posição de um aluno ou por outra causa não conhecida.

A experiência serviu como ponto de partida para diversas novas inquisições, que estão sendo estudadas atualmente.

Foi importante observar ainda que não apenas questões sobre física foram abordadas, mas sobre diversos outros assuntos, incluindo o uso do arduino (que se torna ainda mais importante por ser a nossa escola profissionalizante com cursos de informática e manutenção de informática).

Conclusões

A plataforma arduino de aquisição de dados cumpriu satisfatoriamente a tarefa de adquirir dados de temperatura com sensores de temperatura;

Os dados experimentais comprovaram satisfatoriamente a equação de resfriamento de Newton;

A realização dos experimentos permitiu não apenas a comprovação da teoria, mas também outras discussões interessantes, como porque a temperatura sobe mesmo após o desligamento da fonte de calor, etc.;

O aprendizado foi enriquecido não apenas no referente a este conteúdo específico, mas também na forma de aprendizado, tendo os alunos percebido de que forma assuntos teóricos podem ser tratados na prática;

Referências

ARDUINO. O que é Arduino. [s.l.: s.n.] 2017a. Disponível em:

<<https://www.arduino.cc/en/guide/introduction>>. Acesso em: 20 maio 2018.

CAMPOS, A. A.; ALVES, E. S. e SPEZIALI, N. L. Física Experimental Básica na Universidade. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007.

CARVALHO, A. M. (2013). Alguns referenciais teóricos para a construção de sequências de ensino investigativas. In: A. M. Carvalho, Ensino de Ciências Por Investigação (pp. 1-21). São Paulo: Cengage Learning

ENEM. <http://portal.inep.gov.br/web/guest/provas-e-gabaritos>. Acesso em: 11 maio 2018.

HEWITT, P. G., Fundamentos de Física Conceitual. Bookman, 2000.

IF. UFRGS. Dedução da Fórmula de Resfriamento de Newton. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/20011/Adriano/intro.html>>. Acesso em: 31 agosto 2018.

SILVA, W. P.; PRECKER, J. W.; CLEIDE M. D. P. S. e Silva, DIOGO, D. P. S. e Silva; CLEITON, D. P. S. e Silva. Medida de calor específico e lei de resfriamento de Newton: um refinamento na análise dos dados experimentais. Rev. Bras. Ensino Fís. vol.25 n.4 São Paulo, 2003. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172003000400010&script=sci_arttext>. Acesso em: 31 agosto 2018.