

Utilizando uma Luminária do Tipo “Lava-Luz” para o Ensino de Densidade, Dilatação Térmica e Transformações de Energia

Robson Fernandes de Farias

Propõe-se o uso de uma luminária do tipo “lava-luz” como recurso motivador no ensino da variação de densidade com a temperatura, envolvendo uma discussão sobre os processos de transferência/transformação de energia.

► densidade, dilatação térmica, transformações de energia ◀

Recebido em 6/1/03, aceito em 12/4/04

Os benefícios de uma abordagem lúdica, no ensino de conteúdos científicos, têm sido reconhecidos pelos professores e pesquisadores da área de Educação. Além disso, verifica-se que, muitas vezes, os conteúdos ensinados em sala de aula terminam por constituir-se em conhecimento “livresco”, o qual o aluno não consegue utilizar para explicar toda uma série de fenômenos observados no seu cotidiano. Em qualquer shopping das grandes cidades, sobretudo nas lojas de importados, existe todo um conjunto de objetos que apresentam mudança de cores, movimento etc., e que, por conta disso, apresentam um elevado apelo lúdico, aguçando a curiosidade das pessoas em geral.

No presente artigo, propõe-se o uso de uma luminária do tipo “lava-luz” (ver descrição ao longo do texto) como elemento lúdico para o ensino integrado dos seguintes conteúdos: (a) variação da densidade com a temperatura, (b) dilatação térmica de materiais, (c) flutuabilidade de um material imerso em um fluido e (d) transformações e transferência de energia. A fim de cumprir-se a primeira das finalidades propostas (ensino da variação da densidade com a tempera-

tura), é indispensável que o conceito de densidade já esteja devidamente estabelecido para o aluno. Em função da complexidade física do sistema em estudo – o que requer, por parte do aluno, familiaridade com toda uma série de conceitos – pode-se sugerir o uso do experimento proposto como uma questão-desafio, nas etapas finais do Ensino Médio.

Luminária “lava-luz”: descrição e funcionamento

A luminária do tipo “lava-luz” aqui considerada é da marca Solar, sendo constituída pelas seguintes partes (ver Figura 1):

(a) base de alumínio contendo soquete e uma lâmpada de 25 W;

(b) corpo, identificado como “refil” na Figura 1, constituído por uma garrafa de vidro cheia de água e uma parte sólida, composta de derivados da parafina, com corante. No fundo desse corpo encontra-se um pedaço de fio metálico enrolado como uma mola e uma camada sólida constituída de material de baixo ponto de fusão que, a temperatura ambiente, apresenta densidade superior à da água, sendo imiscível nesse líquido. O corpo pode ser adquirido com a fase aquosa de diferentes cores, es-

tando também disponíveis diferentes cores para o material de fundo;

(c) um topo, também de alumínio.

Ao acender-se a luminária, observa-se, após alguns minutos, que a porção colorida sólida, situada no fundo da garrafa, começa a fundir. Após 30 a 60 minutos de funcionamento da luminária, a parte colorida, inicialmente sólida, já se encontra totalmente líquida, iniciando-se um fenômeno

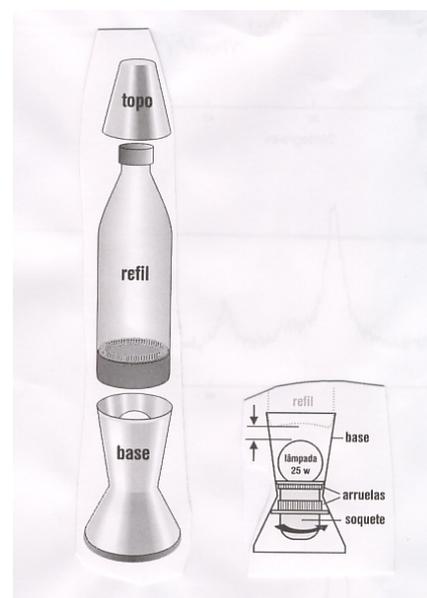


Figura 1: Esquema da luminária “lava-luz” da marca Solar.

realmente belo: o desprendimento de grandes “gotas” da parte colorida líquida do fundo, que se elevam até a parte superior da garrafa, retornando ao fundo em seguida. Esse fenômeno repete-se então incessantemente (ver seqüência de fotos mostrada na Figura 2).

Luminária “lava-luz”: explicações

O material sólido colorido, inicialmente situado no fundo da garrafa, é constituído por derivados da parafina, apresentando assim baixo ponto de fusão. Com o calor fornecido pela lâmpada, o material sofre fusão. Uma vez fundido, e com o continuado aquecimento, o material tornado líquido sofre ainda um aumento de volume que, uma vez que sua massa permanece constante, implica numa conseqüente diminuição de sua densidade, motivo pelo qual “gotas” se desprendem da massa no fundo da garrafa e flutuam na água. Em seguida, ao atingir a parte superior da garrafa, menos aquecida que a parte inferior (uma vez que está mais distante da lâmpada e resfriando-se em contato com o meio ambiente), a “gota” sofre uma diminuição de temperatura, com conseqüente diminuição de volume, tornando-se então mais densa do que

a água, motivo pelo qual afunda. O professor deverá lembrar que, rigorosamente falando, o que decide se um corpo flutua ou afunda não é a densidade, mas a relação entre o seu peso e o empuxo oferecido pelo fluido no qual está imerso. Sendo o empuxo maior que o peso, o corpo tende a subir até a superfície e flutuar. Se o empuxo for menor que o peso, o corpo afundará. Se essas duas grandezas forem iguais, o corpo permanecerá no seio do fluido. Como o empuxo é o peso do volume de fluido deslocado pelo corpo, fica clara sua dependência da densidade do fluido, mas não há relação imediata com a densidade do corpo em questão. Essa abordagem, que pode parecer mais complicada do que a que considera apenas as densidades, evita confusões como a que se estabelece quando o aluno, considerando que o ferro é um material muito mais denso que a água, percebe que um navio de ferro flutua com facilidade nesse fluido. Logo, o conceito de empuxo e sua relação

Rigorosamente falando, o que decide se um corpo flutua ou afunda não é a densidade, mas a relação entre o seu peso e o empuxo oferecido pelo fluido no qual está imerso. Sendo o empuxo maior que o peso, o corpo tende a subir até a superfície e flutuar

com a fluabilidade de um corpo já deve estar devidamente estabelecido no conjunto de esquemas conceituais do aluno.

A compreensão clara do sistema considerado só será alcançada através de uma discussão sobre a transformação e transferência das diferentes formas de energia, pois nele energia elétrica é convertida em luz e calor (lâmpada). Além disso, deve-se lembrar que a água, ao ser aquecida, sofre também um aumento de volume e concomitante diminuição de sua

densidade, que, contudo, é menor do que o decréscimo de densidade sofrido pelo derivado parafínico. Como questão adicional pode-se perguntar por que a base da luminária (de alumínio) se aquece mais rapidamente do que a água. Após desligar-se a luminária, os alunos poderão

verificar que a base de alumínio também sofre resfriamento mais rapidamente do que a água.

Como é conhecido, o alumínio e a água apresentam diferentes capacidades caloríficas e também



Figura 2: Seqüência de fotos mostrando o funcionamento da luminária utilizada: a) logo após ser ligada; b) após 15 minutos de funcionamento; c) após 40 minutos de funcionamento, podendo-se observar a subida de uma “gota”.

diferentes condutividades térmicas. Enquanto a capacidade calorífica mede como a energia interna aumenta com o gradiente de temperatura, a condutividade térmica mede como aumenta o fluxo de energia com o gradiente de temperatura (Atkins, 1993). A importância relativa desses dois parâmetros para o fenômeno em questão dependerá do quão próximo o sistema esteja de um estado de equilíbrio. Se o sistema estiver ainda longe de atingir um estado de equilíbrio, a condutividade térmica terá maior importância do que a capacidade calorífica. Assim, pode-se concluir que, nos estágios iniciais de funcionamento da luminária, a condutividade térmica é a grandeza preponderante para se entender o comportamento do sistema. Já após um maior tempo de funcionamento (quando a subida e descida das “gotas” se torna contínua), estando já estabelecido – ou próximo de estabelecer-se – um estado de equilíbrio entre os diferentes sub-sistemas que constituem a luminária e entre esta e o meio que a cerca, a capacidade calorífica dos diferentes materiais que constituem o sistema luminária (água, material parafinado, alumínio do corpo e metal da mola que está na base) torna-se cada vez mais um parâmetro fundamental para a correta e adequada compreensão dos fenômenos observados.

Como se pode verificar, a perfeita compreensão teórica do fenômeno observado na luminária requer a conjugação de diversos conceitos. Por esse motivo, não é recomendável o uso didático desse dispositivo no início da construção de tais conceitos. O que parece oportuno é sua utilização como uma espécie de questão-desafio, proposta para alunos que estejam cursando as etapas finais do Ensino Médio. Em tal ocasião, os conceitos envolvidos já estarão pelo menos parcialmente

construídos e precisarão ser acionados de modo integrado, na busca de uma explicação para as gotas que sobem e descem.

Sugestões para possíveis discussões e experimentos

Em seu manual de instruções, o fabricante da luminária informa que, caso as “gotas” não mais afundem, terá ocorrido um super-aquecimento da garrafa, recomendando-se o desligamento da luminária. A explicação para tal fato pode ser colocada como questão adicional para os alunos. Sabemos que, com o aumento do tempo de funcionamento, o calor fornecido pela lâmpada termina por elevar a temperatura mesmo

da parte superior da garrafa, não havendo, portanto, o resfriamento das “gotas” que sobem, motivo pelo qual não há o aumento de densidade inicialmente observado e as mesmas não afundam.

Pode-se também questionar a função do pedaço de fio metálico enrolado em forma de mola, presente no fundo da garrafa (ver Figura 1). Sabemos que, por apresentar elevada condutividade térmica, os metais se aquecem e se resfriam facilmente. Portanto, a função da “mola” é aumentar a velocidade de troca térmica entre a lâmpada e o fundo da garrafa.

Como experimentos a serem realizados pelos alunos, podem ser verificados os efeitos de:

- substituir-se a lâmpada de 25 W que acompanha a luminária por uma de maior potência;
- ligar-se a luminária em dias frios e dias quentes;
- ligar-se a luminária sem o topo de alumínio.

Durante a demonstração/experimento, o professor poderá formular questões que permitam ampliar o entendimento do aluno com relação aos fenômenos observados. Deve-se

também, é claro, tirar proveito das possíveis explicações “erradas” que os alunos venham a formular, tomando-as como ponto de partida para discussões subseqüentes. Algumas questões que podem ser levantadas pelo professor a fim de propiciar a formação de conceitos por parte dos alunos são:

a) quais as transformações de energia observadas a partir do momento em que se liga a luminária, até a subida e descida das “gotas” do material parafinado?

b) se a luminária tivesse o dobro, ou a metade, de sua altura original, o que aconteceria?

c) o funcionamento da luminária está de acordo com o primeiro princípio da termodinâmica? Podemos provar se está ou não?

Nota

A luminária “lava-luz” descrita neste artigo pode ser adquirida do seu fabricante, no endereço: Solar Iluminação Ltda., Rua Fradique Coutinho 944, 05416-001 São Paulo - SP.

Ou, se preferir construir sua luminária, consulte www.rose.edu/faculty/gjackson/method1.htm

Robson Fernandes de Farias (robsonfarias@aol.com), licenciado em Química e mestre em Físico-Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), doutor em Química Inorgânica pela Unicamp, é docente do Departamento de Química da Universidade Federal de Roraima e orientador credenciado no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da UFRN.

Referências bibliográficas

ATKINS, P. *Physical chemistry*. Oxford: Oxford University Press, 1993. p. 55, 295 e 739.

Para saber mais

VALADARES, E.C. *Física mais que divertida*. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2000. p. 81-90.

BLOOMFILED, L.A. *How things work – The physics of everyday life*. Nova Iorque: Wiley, 1997. p. 251-331.

Abstract: Using a Java Lamp for the Teaching of Density, Thermal Dilatation and Energy Transformations – The use of a Java lamp as a resource for the teaching of density variation with temperature, involving a discussion on energy transfer/transformation, is proposed.

Keywords: density, energy transfer, energy transformations