DEMONSTRE EM AULA

IMAGENS DENTRO DE LÂMPADAS[+*]

Francisco Catelli
Carine dos Reis
Departamento de Física e Química – Universidade de Caxias do Sul
Caxias – RS

Resumo

Ao manusear uma lâmpada incandescente transparente (desligada), um estudante observa imagens brilhantes dentro dela. De onde elas surgem? Uma análise mais cuidadosa leva a uma resposta curiosa: a parte inferior da lâmpada funciona como um espelho côncavo e a parte superior, como um espelho convexo. Neste artigo, além de "demonstrar" experimentalmente a resposta acima, o professor tira proveito desse "dispositivo" simples para tornar o estudo da óptica geométrica (espelhos côncavos e convexos) mais atraente e provocante.

Palavras-chave: *Laboratório de Física, óptica geométrica, espelhos esféricos.*

Abstract

As handling a transparent incandescent light bulb (turned off), a student observes bright images inside of it. Why do they appear? A more careful analysis leads to a curious answer: the inferior part of the light bulb works as a concave mirror and the superior part as a convex mirror. In this article, besides demonstrating experimentally the answer above, the teacher takes advantage of this simple "device" to become the study of the geometric optics (concave and convex mirrors) more attractive and provocative.

[+] Demonstrations in the classroom: Images inside ligth bulbs

[*] *Recebido: junho de 2003.*
Aceito: outubro de 2003.

Keywords: *Laboratory of Physics, geometrical optics, spherical mirrors.*

I. Introdução: Imagens intrigantes

Ao manusear, de forma distraída, uma lâmpada de bulbo transparente retirada da prateleira de um supermercado, um estudante notou imagens intrigantes dentro dela, pequenos segmentos brilhantes de luz branca, do tipo dos que podem ser vistos na fig. 1. Por coincidência, no mesmo dia, o professor de física propõe a seus estudantes uma atividade que envolve o manuseio de uma dessas lâmpadas. Não é difícil adivinhar a pergunta que esse estudante faz então: "Professor, que luzes são essas dentro da lâmpada?" (a transcrição deste e dos diálogos que se seguem é mais ou menos literal). O professor coça a cabeça, sem ter nenhuma resposta pronta. "Acho que são imagens..." (Ele nem consegue terminar a conjectura; um aluno o interrompe). "Eu sei! São as lâmpadas do teto!", exclama.

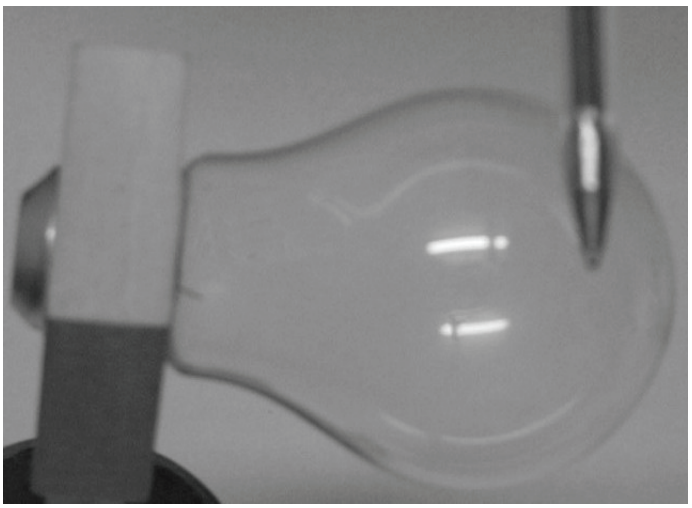

Fig. 1 - Foto das imagens no interior da lâmpada. Repare as sombras da caneta (setas), a da esquerda é típica de uma imagem direita e a da direita, de uma imagem invertida.

II. Explicando em detalhe a origem das imagens

O que segue é um resumo da resposta do professor, obviamente depois de ter pensado bastante no assunto...

"O vidro deixa passar a luz, mas não toda!", diz o professor. "Parte dela é refletida, aproximadamente 4%1. Isto faz com que a lâmpada, neste caso, funcione como espelho. Um exemplo disso é quando estamos na frente de janelas transparentes: vemos – é claro – através delas, mas também – dependendo do ângulo e da iluminação - notamos reflexos de objetos diversos nos vidros."

O professor passa então a desenhar a posição e o tamanho das imagens pelas técnicas usuais de traçado de raios2. As Fig. 2 e 3 são uma versão "passada a limpo" desses desenhos:

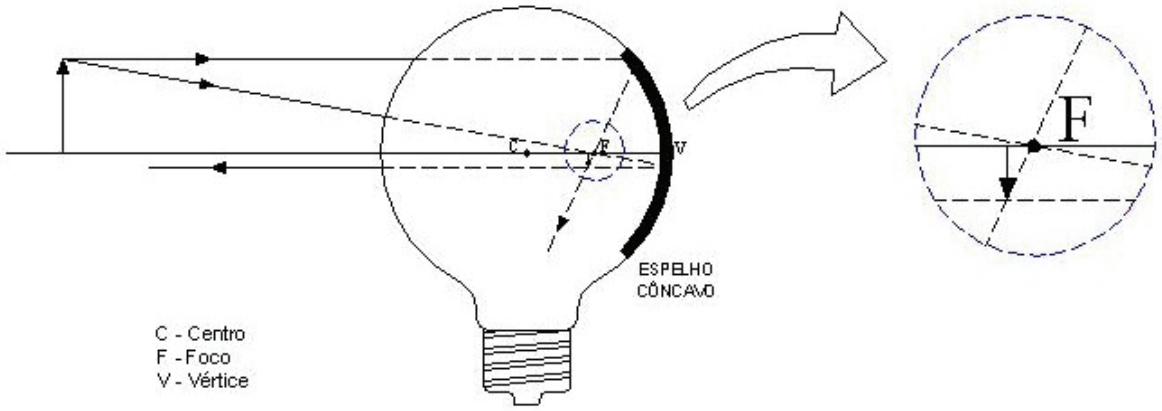

Fig. 2 - Construção da imagem real – espelho côncavo. A seta vertical à esquerda (objeto) representa a lâmpada fluorescente. O desenho está fora de escala.

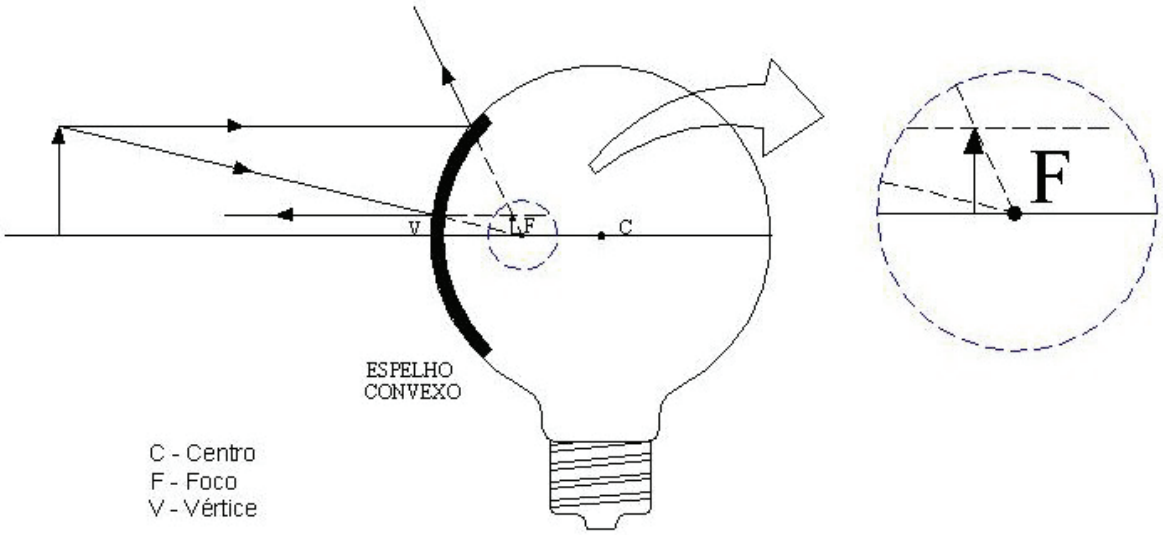

Fig. 3 - Construção da imagem virtual – espelho convexo.

"Vejam que, tanto para o espelho côncavo como para o convexo, as imagens aparecem praticamente a meia distância entre o centro da lâmpada e o vértice do espelho, respectivamente", diz o professor. Ele continua falando aos seus alunos: "Observem que os desenhos que faço no quadro (Fig. 2 e Fig. 3) estão fora de escala, pois a lâmpada fluorescente, o objeto, é muito maior que a lâmpada de bulbo, que neste caso funciona como um espelho côncavo e um convexo. O mesmo vale para a distância entre o objeto e a imagem; fica então fácil entender porque esta se forma praticamente sobre o foco."

O leitor notará que a distância do espelho ao foco é aproximadamente igual a $\frac{R}{2}$ ou $\frac{D}{4}$, no qual R é o raio da lâmpada e D, o diâmetro. Além disso, nas condições em que as imagens refletidas são obtidas, valem as seguintes observações:

- No espelho côncavo a imagem real se forma do mesmo lado do objeto. Ela também será menor e invertida; como na imagem inferior da figura 4, interna à lâmpada.
- No espelho convexo a imagem se forma do lado oposto ao lado do objeto, (virtual). Ela também será menor, e direita; (imagem superior da figura 4, também interna à lâmpada).
- A "prova" de que a imagem real é invertida e a virtual é direita pode ser vista na Fig. 1: na parte inferior da lâmpada aparece a sombra da caneta vinda da esquerda para a direita e, na parte superior, aparece ao contrário, o que reforça as duas afirmações anteriores (imagem real e invertida).

"Mas tem mais!" continua o professor. *"Dá para tornar quantitativa essa observação! Vejam vocês mesmos! Posicionem a lâmpada incandescente transparente abaixo da lâmpada fluorescente (ligada). Após isso, meçam a distância entre as duas lâmpadas, ou seja, a distância entre a lâmpada fluorescente e o espelho côncavo que é a parte inferior da lâmpada incandescente; vamos chamar esta distância de "o". A distância "i" (como expliquei antes) é aproximadamente ¼ do diâmetro da lâmpada. Meçam também o comprimento ("ho") do objeto, que é a lâmpada fluorescente".*

De fato, a foto da Fig. 4 confirmará o que o professor diz, já que é possível "medir" diretamente nela o tamanho da imagem (hi), através da régua: pouco mais de 1 cm. Pode-se chegar de modo aproximado a esse mesmo valor através de alguns cálculos e medidas, como explica a seguir o professor:

"Sabendo que a ampliação é:

$$m = \frac{i}{o} = \frac{hi}{ho},$$

então (para o = 150 cm e i = 1,4 cm), teremos uma ampliação m = 9,3×10-3.

Se ho = 120 cm, então podemos calcular o valor de hi, e compará-lo com o valor que vocês mediram com a régua. Fazendo esse cálculo, obtemos para hi o valor de 1,1 cm. O que é que vocês acham?"

III. Conclusão

O diálogo do professor com seus alunos mostra que uma demonstração das principais propriedades dos espelhos pode ser feita em sala de aula com muita facilidade. O material é bastante simples e praticamente sem custo: mesmo lâmpadas que não funcionam mais podem ser empregadas; trenas, freqüentemente, estão disponíveis na

escola (talvez o professor de Educação Física possa emprestar), e réguas fazem parte do material que os alunos costumam trazer para a aula. Entretanto, o que talvez mais instigue os alunos nessas demonstrações seja a inter-relação de três níveis distintos: o primeiro é o mais primitivo e simples, já que os objetos são percebidos pelo que eles representam no quotidiano. Em um segundo nível, estes adquirem um novo sentido ao serem representados pelas suas propriedades geométricas: trata-se, neste caso, do traçado de raios. Finalmente, em um terceiro nível, os objetos adquirem um status matemático ao serem "re-interpretados" por números e expressões algébricas. A percepção da riqueza dessas inter-relações não está, em geral, na consciência dos alunos. Cabe a nós, professores, despertá-la.

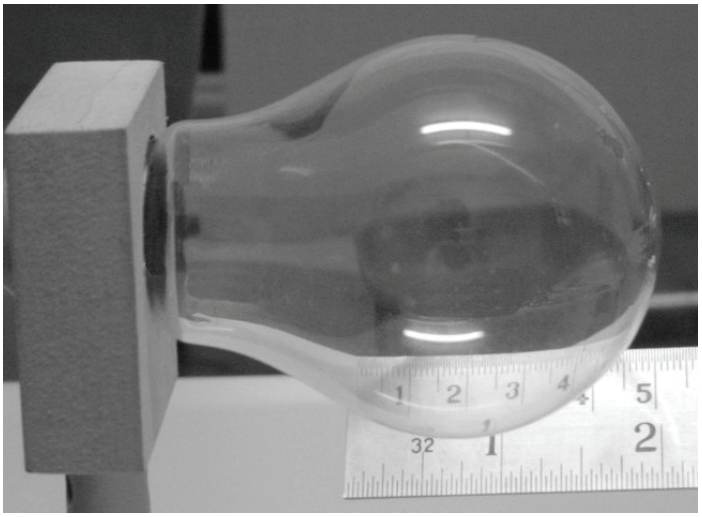

Fig. 4 - Observe que os tamanhos das imagens real e virtual da foto são aproximadamente iguais; a régua permite estimar esse valor em pouco mais de um centímetro.

Referências Bibliográficas

1 TIPLER, P. A. **Física: Eletricidade e Magnetismo**, Ótica. v. 2. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos S.A. 1999. p. 357.

2 Por exemplo, ver: MÁXIMO, A.; ALVARENGA, A. **Física**: Comportamento e natureza da luz; Espelhos côncavos e convexos. v. único. São Paulo: Scipione, 1997. p. 579.

3 O termo $\frac{1}{o}$ na equação $\frac{1}{f} = \frac{1}{o} + \frac{1}{i}$ é pequeno quando comparados com o termo $\frac{1}{i}$ (f: distância focal, o: distância ao espelho do objeto e i: distância da imagem). Ou, o que dá no mesmo, o é muito menor que i, o que leva a $f \approx i$.