
PENSE E RESPONDA! IMAGENS QUEIMAM?⁺*

Francisco Catelli

Universidade de Caxias do Sul

Caxias do Sul – RS

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre – RS

Vinicius Cappellano de Franco

Escola Estadual de Ensino Médio Santa Catarina

Universidade de Caxias do Sul (PGMAT)

Caxias do Sul – RS

Você queimaria o dedo se o colocasse na imagem projetada da chama de uma vela, obtida por meio de uma lente convergente?

Em princípio, não. Considere a Fig. 1. Nela, qual é a parcela de energia radiante da vela que é redirecionada pela lente de diâmetro d , de modo a formar a imagem?

A título de exemplo, imagine uma lenteⁱⁱⁱ cuja distância focal f é de 15 cm, colocada a 30 cm ($2f$) de distância do objeto – a vela. Toda a energia que a chama da vela irradia por segundo atravessará a superfície da esfera imaginária de raio $2f$, supondo que não há perdas durante o trajeto. Entretanto, apenas a parcela de energia correspondente à superfície da lente será redirecionada para formar a imagem. Assim, a fração da energia total por unidade de tempo, irradiada pela vela, que formará a imagem, será proporcional à:

$$\frac{\text{área da lente}}{\text{área da esfera de raio } 2f}$$

⁺ Do images burn?

* *Recebido: julho de 2006.*

Aceito: outubro de 2006.

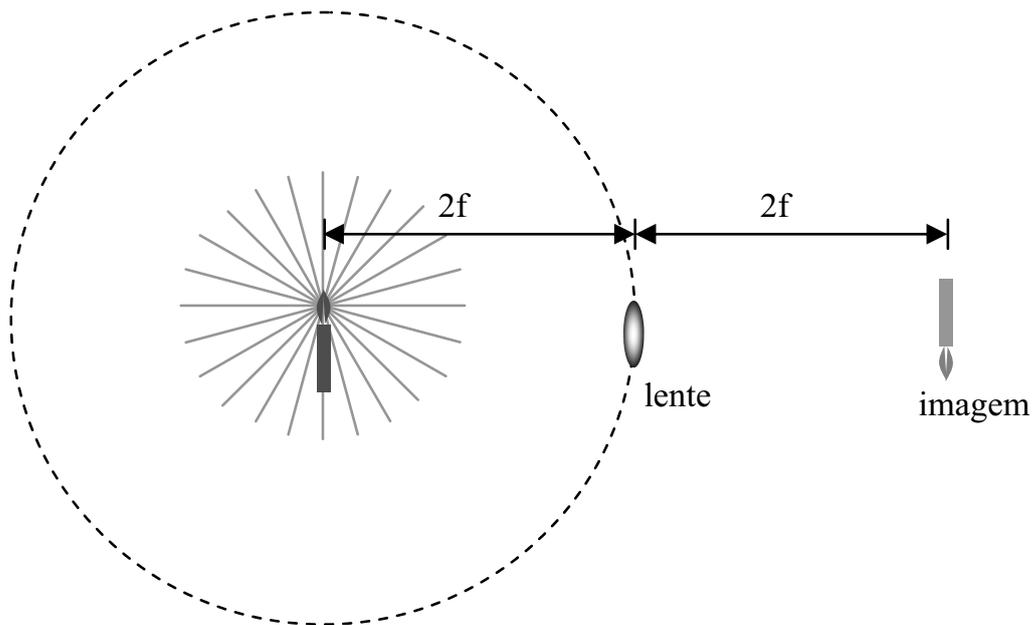


Fig. 1

Quantificando: se o raio da lente for de 5 cm, a fração da energia será de:

$$\frac{\pi r_{lente}^2}{4\pi(2f)^2} = \frac{1}{144} = 0,007, \text{ ou } 0,7\%.$$

E note que se trata de uma lente “grande”!

Conclusão: O dedo não deverá sofrer nenhuma queimadura! (Pode experimentar, os autores garantem!)

Mas, imagens nunca queimam? Sabemos que não é assim: a imagem do sol, no foco de uma lente convergente, queima, sim! Isto se deve ao fato de que a superfície da lente recebe uma quantidade de energia radiante por unidade de tempo muito maior quando exposta ao sol.

Uma demonstração impressionante pode ser feita em aula. **Com o retroprojeto desligado**, retire o conjunto da lente e do espelho de projeção, como na Fig. 2-a. Ligue o retroprojeto, e coloque uma tira de papel pintado de preto um pouco acima da região onde normalmente ficaria a lente. Quase que imediatamente surge fumaça no papel, o qual será rapidamente perfurado!

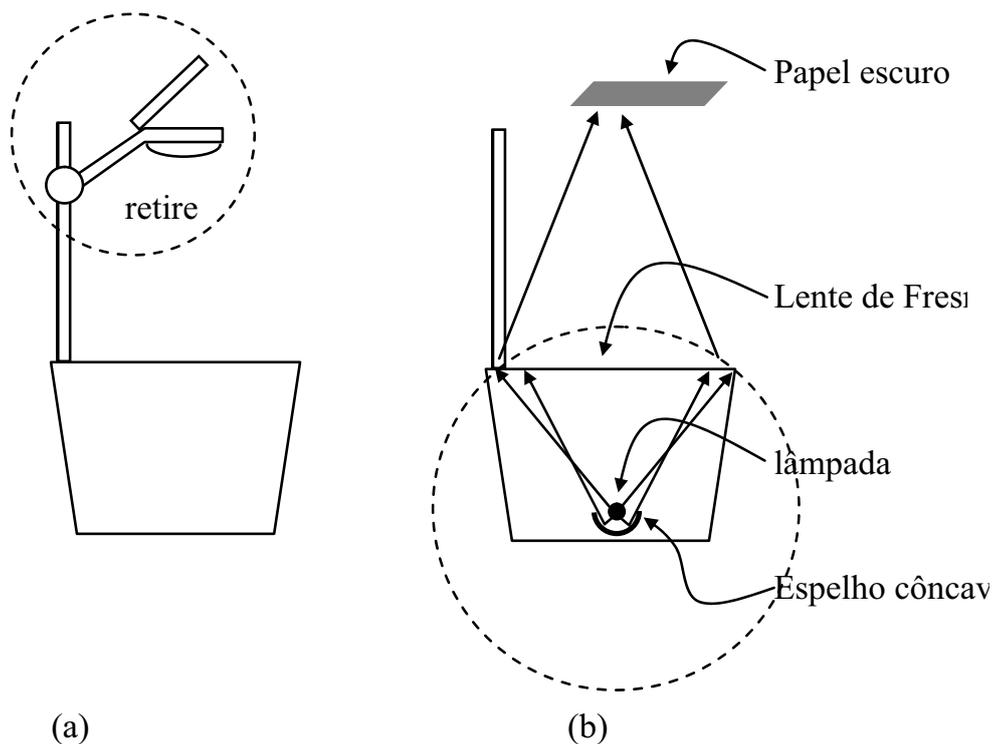


Fig. 2 - Concentrando a luz emitida pela lâmpada do retroprojektor num papel escuro. (a) Com o retroprojektor desligado, retire o conjunto de projeção. (b) Ligue o retroprojektor e coloque um papel escuro na região indicada.

Além da intensidade da lâmpada do retroprojektor, que é bem maior que a de uma vela, deve-se considerar que a lente de Fresnel^{iv}, a qual forma a superfície de projeção (a superfície onde é colocada a transparência) redireciona uma parcela bem maior da luz que emana do filamento. Além disso, um pequeno espelho côncavo, colocado abaixo da lâmpada, reenvia por sua vez mais uma grande parcela de energia para esta mesma lente (ver Fig. 2). O resultado é que, ao contrário da situação esquematizada na Fig. 1, talvez a maior parte da energia radiante que emana do filamento é redirecionada para a região onde é colocado o papel, por isso ele queima!



Fig. 3 - Uma foto do efeito. (Cuidado! A temperatura é muito alta nesta região!)

Observação:

Evite colocar o rosto ou a mão na região de concentração da luz do retroprojektor: a queimadura pode ser grave!

Há várias investigações interessantes que podem surgir a partir do desenvolvimento desta atividade, como por exemplo:

Por que o papel preto queima mais facilmente que o branco?

Ou (criada pelos alunos):

Se pintarmos várias regiões (de aproximadamente 5 cm² de área), por meio de canetas de várias cores diferentes, qual dessas regiões queima primeiro quando exposta à luz do retroprojeto?

Experimente você mesmo, e depois tente explicar!

iii Lupas com distância focal próxima dos 15 cm, com diâmetro de 10 cm e de qualidade surpreendente boa podem ser encontradas no mercado informal, por um custo muito baixo, da ordem de alguns Reais.

iv Para maiores detalhes sobre estas lentes de retroprojeto, veja, por exemplo, Mak SE – YUEN, *Overhead projector produces circular spectrum of colours*. **Physics Education**, Bristol, mar. 2006, p. 105-108. Repare que a “mesa” de projeção do retroprojeto apresenta um padrão de círculos concêntricos, com o menor deles localizado no centro. Estes círculos são constituídos de sulcos, cujas “paredes” possuem inclinações variáveis. A maior inclinação é nas bordas, e a menor, no centro. A Fig. 4 é uma vista em corte, fora de escala, destes sulcos (é claro que uma lente de Fresnel real possui muito mais sulcos do que os representados aqui). Imagine cada um dos sulcos como se fosse um prisma. Se um conjunto de raios paralelos atingir os “prismas”, aqueles distantes do centro produzirão desvios maiores, e os próximos ao centro, desvios menores. Os sulcos são projetados de tal forma que um feixe de raios paralelos seja desviado de modo a se concentrar num “ponto”: o foco da lente. Desta forma, lentes leves, praticamente planas, e de grande superfície útil podem ser construídas a um custo relativamente baixo. Como a qualidade das imagens obtidas com tais lentes é bastante sofrível, a aplicação ideal é exatamente a de concentrar a luz sobre a lente projetora do retroprojeto, aumentando com isso a eficiência luminosa do sistema.

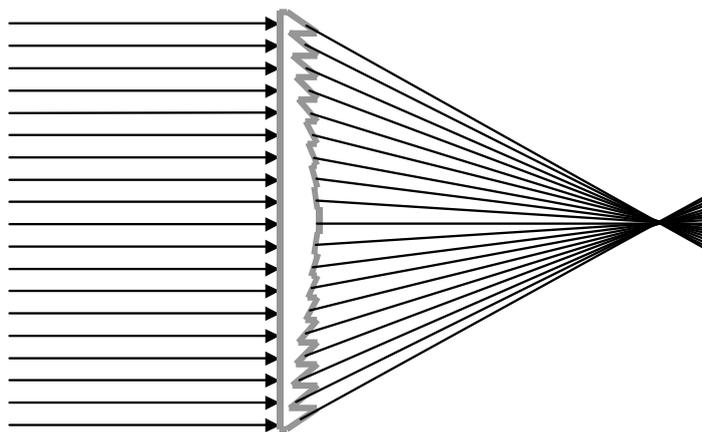


Fig. 4 - Representação esquemática (em corte) de uma lente de Fresnel de retroprojeto.