
INVISIBILIDADE DA GARRAFA (A EXPLICAÇÃO CORRETA)⁺

Osmar Henrique Moura da Silva

Carlos Eduardo Laburú

Departamento de Física – Universidade Estadual de Londrina

Londrina – PR

Resumo

Este trabalho corrige a costumeira explicação do experimento que demonstra o desaparecimento de parte de uma garrafa de vidro submersa em um copo, também de vidro, contendo uma substância de índice de refração semelhante ao desse material.

Palavras-chave: *Experimento, garrafa invisível, óptica geométrica.*

Summary

This work corrects the usual explanation of the experiment that demonstrates the disappearance of part of a glass bottle submerged in a glass, containing a substance of refraction index similar to the glass.

Keywords: *Experiment, bottle invisible, optical geometric, refraction index.*

I. Introdução

Uma demonstração experimental simples e de baixo custo, freqüentemente divulgada e sugerida para um curso de óptica, é a da garrafa invisível. Para a sua realização, são utilizadas uma garrafa pequena de vidro transparente e incolor, por exemplo, de pimenta, cheia de glicerina, e um copo de vidro de 250ml, aproximadamente, com características semelhantes às da garrafa, contendo também um pouco de glicerina. Mergulhada a garrafa no interior do copo, a parte da garrafa que fica em contato com a glicerina externa desaparece.

⁺ Invisibility of the bottle (the correct explanation)

* *Recebido: novembro de 2002.*

Aceito: setembro de 2003.

É comum ouvir, dos que costumam divulgar esse experimento, uma explicação incorreta para o fenômeno observado. Sendo assim, pretendemos, neste trabalho, apresentar em detalhes a explicação comumente fornecida e a explicação correta.

II. A explicação incorreta

Como dito, ao introduzirmos a garrafa no copo de vidro, ambos contendo glicerina, verificamos, através da lateral deste último, que a parte da garrafa que está submersa no líquido desaparece, ficando visível somente a parte da garrafa que fica no ar (Fig. 1).

A explicação costumeira dada para a invisibilidade parcial da garrafa é que o vidro e a glicerina apresentam índices de refração muito próximos (respectivamente, 1,50 e 1,47). Ou seja, a não existência da reflexão de luz na superfície da garrafa, que permitira a sua identificação, é devido ao fato de a luz atravessar todo o sistema como se fosse um corpo homogêneo, com um único índice de refração. Em outras palavras, sendo os índices de refração do vidro da garrafa e da glicerina parecidos, a luz não sofreria reflexão em nenhum momento, pois passaria diretamente por eles, como se fossem um único meio.

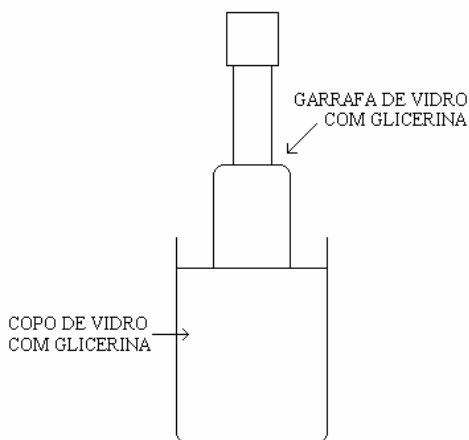


Fig. 1 - Vista lateral do experimento com o copo.

Em resumo, a explicação dada para o fenômeno baseia-se na semelhança dos índices de refração do vidro e da substância líquida.

III. A explicação correta

Pode-se verificar que a explicação anterior não está correta quando se troca unicamente o copo cilíndrico por uma cuba de vidro retangular. A parte da garrafa submersa no líquido, neste caso, é observada com grande facilidade. Apesar de o vidro e a glicerina possuírem índices de refração muito próximos, isto não é suficiente para que a garrafa desapareça, quando se tem o arranjo experimental mencionado.

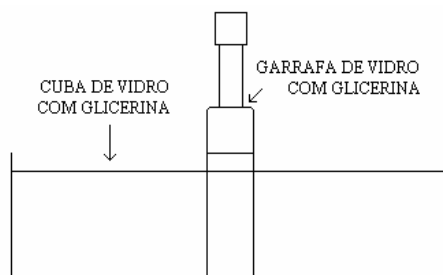


Fig. 2- Vista lateral do experimento com a cuba.

Ademais, a invisibilidade no copo (Fig. 1) pode ser conseguida com outras substâncias que apresentam índice de refração com maior diferença em relação ao do vidro, o que pode ser verificado ao se substituir a glicerina por água ou óleo.

É possível constatar que o desaparecimento da garrafa, no primeiro caso, é aparente. Quando se manipula a garrafa com glicerina, de forma a incliná-la no interior do copo, pode-se reencontrar as laterais de vidro que estavam invisíveis (Fig. 3).

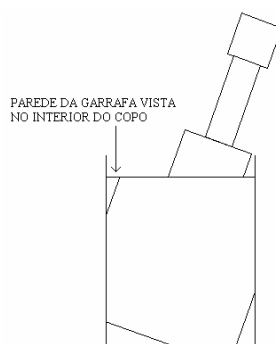


Fig. 3 - Ao inclinar a garrafa no interior do copo, é possível ver parte dela submersa.

Nessa situação, é possível ver que o copo cilíndrico, com a sua substância líquida, amplia a imagem da garrafa. Essa ampliação projeta as laterais da garrafa para a parede do copo, fazendo com que se confunda uma com a outra, dando-se a impressão do seu desaparecimento.

A razão pela qual isso acontece decorre do fato de o dióptro em forma cilíndrica, formado pelo copo, desviar a trajetória dos raios refletidos na parede da gar-

rafa, como se fosse uma lente convergente. Conforme vemos na Fig. 4, os raios refletidos passam de um meio mais refringente (glicerina, água, óleo, etc.) para um meio menos refringente (ar), incidindo na superfície de separação com um certo ângulo em relação à normal (N). Na Fig. 4 (a), vemos a imagem ampliada da garrafa, caracterizada pelo círculo pontilhado, e a maneira como se dá esse aumento.

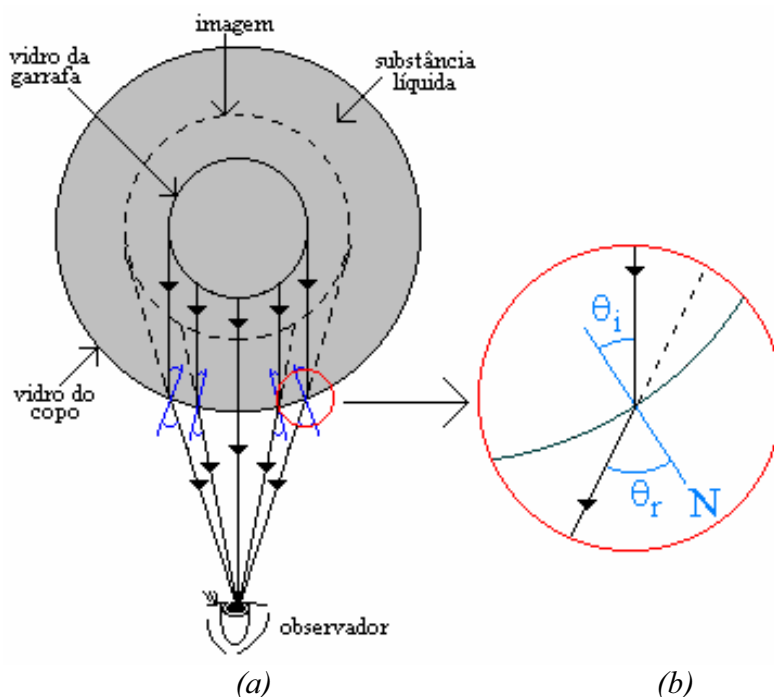


Fig. 4- (b) A refração sofrida pelos raios de luz refletidos na garrafa, dentro do copo cilíndrico, vista de cima. Traços perpendiculares à circunferência externa, que representa o copo, referem-se à normal (N). (a) Ampliação do ponto de incidência do raio refratado, mostrando os ângulos de incidência (θ_i) e de refração (θ_r).

Conclui-se, portanto, que para conseguir o desaparecimento da lateral da garrafa é necessário um diâmetro conveniente do copo para que a sua lateral coincida com a da garrafa.

IV. Conclusão

Este trabalho procurou apresentar a correta explicação para o fenômeno observado na experiência da garrafa invisível, mostrando que a justificativa comumente disseminada é facilmente refutada por algumas evidências que alteram o arranjo experimental sugerido.