

O FENÔMENO DA INTERFERÊNCIA LUMINOSA NO EXPERIMENTO DE DUAS FENDAS DE THOMAS YOUNG: RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO MÉDIO E FUNDAMENTAL

Erika Regina Mozena¹

Introdução

O estudo e o ensino da óptica apresenta-se, para muitos, interessante e até mesmo fascinante, uma vez que os fenômenos relacionados à luz estão fortemente presentes em nosso cotidiano, vindo daí a necessidade de seu entendimento por parte dos alunos. Muitos experimentos e atividades práticas podem ser realizadas na sala de aula, mas, muitas vezes, necessitam de um instrumental muito caro e inacessível para os níveis de ensino médio e fundamental, principalmente para as escolas públicas.

Os produtos de novas tecnologias vêm sendo produzidos em larga escala, de forma que os custos vêm diminuindo, tornando-os mais acessíveis a toda a população. Antes, algo que era inacessível aos alunos, como o laser, já pode ser comprado no mercado por preços muito baixos: a ponteira laser. Esses apetrechos nos permitem desenvolver uma série de atividades práticas em sala de aula, principalmente porque muitos alunos já os possuem. Julgamos também, imprescindível no momento inserir o estudo dessa fonte laser no âmbito escolar, a fim de alertar contra os perigos de sua utilização e propiciar o entendimento desse artefato tão próximo aos alunos.

Propomos nesse trabalho a utilização dessas ponteiras laser numa atividade prática que, associada a outros recursos didáticos, pode propiciar um melhor entendimento, além da visualização, do fenômeno da interferência luminosa.

O experimento de Thomas Young

Muitos cientistas já haviam manifestado sua crença numa teoria ondulatória para a luz, entre eles Robert Hooke (1635-1703) e Christiaan Huygens (1629-1695), mas durante quase todo o século XVIII, pensou-se que a luz era formada por partículas, como Isaac Newton (1642-1727) acreditava. O modelo corpuscular para a luz começou a ser repensado quando Thomas Young (1773-1829), um físico, médico e egiptólogo inglês, apresentou para a Royal Society, em 1801, uma experiência que evidenciava a natureza ondulatória da luz. Ele tentou mostrar, através dessa experiência e por um diagrama esquemático, que a luz pode sofrer *interferência* e, assim, sua natureza deveria ser ondulatória.

Thomas Young usou uma tela preta, com um pequeno orifício para produzir um feixe de luz solar estreito num quarto escuro. Na trajetória do feixe, colocou uma segunda tela preta com dois pequenos furos circulares, um próximo ao outro; e por detrás dessa tela, colocou outra tela branca. Os pincéis de luz provenientes das duas fendas, interferem construtivamente em alguns pontos e destrutivamente em outros. Ao projetar a luz na tela branca, foram obtidas figuras de interferência, ou seja, manchas claras e escuras alternadas. Na figura 1, pode ser visualizado um esquema do experimento.

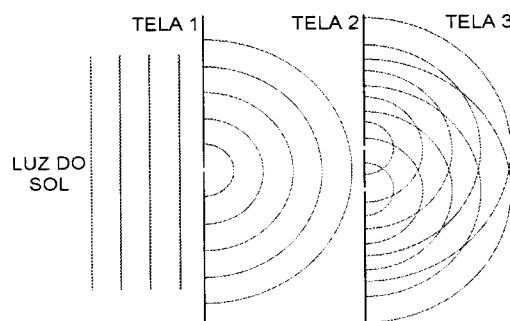


fig.1 - Experimento de duas fendas de Thomas Young.

Na figura 2, temos uma representação esquemática feita pelo próprio Young, na qual os pontos A e B representam os dois pequenos orifícios da segunda tela.

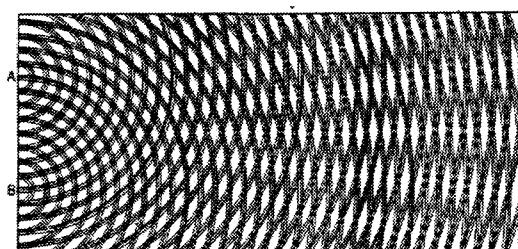


fig.2 Esquema feito por Young. [Shamos (1959), p. 100]

Se considerarmos que as ondas de luz são ondas transversais (o que ainda não era sabido quando Thomas Young apresentou o seu trabalho²), e se em cada ponto do anteparo ocorre interferência entre dois pincéis de luz provindos de cada fenda, a interferência das duas ondas será destrutiva (pontos escuros) quando a diferença de caminho entre as duas ondas for correspondente a meio comprimento de onda (ou a um número inteiro qualquer mais meio comprimento de onda, ou seja $(m+1/2)\lambda$, em que m é um número inteiro e λ o comprimento de onda da luz). Para que haja interferência construtiva em um ponto do anteparo, é necessário que a diferença de caminho entre os feixes de luz provindos de cada fenda seja a de um número inteiro de comprimentos de onda [$n\lambda$]. Nesse caso, ao se encontrarem, as duas ondas se reforçam.

Ao apresentar seus resultados, Young teve o cuidado em mostrar que o próprio Newton argumentou sobre o fato de que a luz manifestava aspectos ondulatórios. Mas, os defensores das idéias de Newton não o levaram a sério, pois Young não apresentou formulação matemática alguma. Alguns anos mais tarde, em 1816, o francês Augustin Fresnel (1788-1827) propôs uma teoria matemática para as ondas de luz, os trabalhos de Young passaram a ter crédito e a teoria ondulatória passou a ser gradualmente aceita.³

Uma versão didática para o experimento de Young

Montamos uma outra versão para o experimento de Young com uma ponteira laser e um slide com duas fendas. Em princípio só precisamos do laser e o slide para projetar a figura de interferência, mas construímos um aparato simples que permite formar a figura sem "tremedeiras" ou necessidade de permanecer apertando o botão da ponteira. Ao utilizar o laser, já temos luz coerente e portanto não precisamos da primeira tela que Young utilizou.

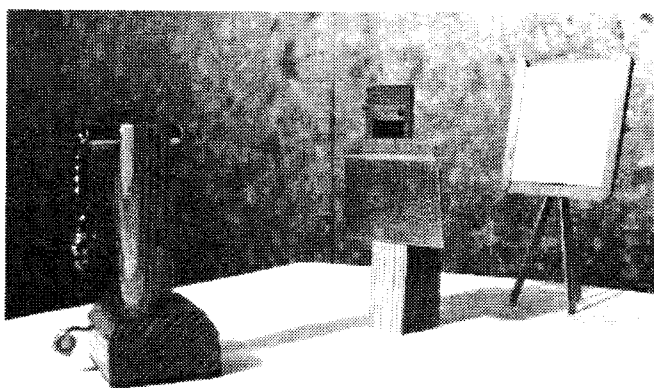


fig.3 . Aparato experimental.⁴

O aparato (figura 3) é composto por:

- Ponteira laser pequena.
- Suporte para a ponteira laser, composto por base em madeira na qual é acoplado um suporte

de metal cilíndrico do tamanho da ponteira. Essa montagem só permite utilizar a ponteira pequena. Podemos girar a ponteira nessa base de metal de forma que o botão permaneça pressionado, sem a necessidade de o fazê-lo com o dedo.

- Suporte para o slide, com haste em madeira e uma placa de metal para escorar o slide.⁵

- Slide com duas fendas (figura 4).

- Tela, para servir como anteparo, feita com palitos de sorvete e cartolina branca.

Para realizar o experimento, colocamos a ponteira laser em seu suporte e o alinhamos com o suporte para o slide, já devidamente munido deste último. O alinhamento deve ser feito de forma que o feixe oriundo da ponteira laser atinja as duas fendas do slide. Colocamos o anteparo em linha reta com o slide e o laser (ou podemos utilizar uma parede branca para a projeção), de forma que podemos visualizar uma figura de interferência composta por claros e escuros.

Confecção do slide⁶

Quando queremos mostrar o fenômeno de interferência luminosa no experimento de Young, esbarramos com dificuldades em confeccionar as fendas. Propomos aqui, uma forma simples e barata de obter figuras de interferência luminosa nítidas com uma ponteira laser.

Para atingir esse objetivo basta ter acesso a um computador, uma impressora jato de tinta e uma lâmina transparente para retroprojeter⁷ específica para a impressora utilizada. Na figura 4 encontra-se o desenho do slide por nós confeccionado. Esse desenho foi feito no software Microsoft Word, através do qual desenhamos um quadrado com a cor preta de preenchimento e verticalmente no seu centro traçamos uma linha, selecionando o estilo de linha 3 pontos. Basta, então, imprimir o slide na transparência. Recomenda-se utilizar a impressão de maior resolução.

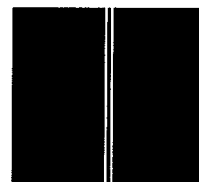


fig.4. Slide utilizado.

Para o slide da figura 4, as franjas de interferência podem ser melhor visualizadas a partir de uma distância de um metro.

Interferência e difração

Gostaríamos de salientar algumas considerações sobre o experimento aqui descrito. Embora os fenômenos de difração e interferência⁸ não

possam ser dissociados, focalizamos aqui apenas o fenômeno de interferência luminosa. Chamamos de interferência o fenômeno de superposição de ondas provenientes de fontes diferentes e de difração a superposição de ondas de uma mesma fonte. No experimento que realizamos, notamos que as franjas eram resultantes dos dois processos (interferência e difração) devido às dimensões das fendas. Como analisado por Braun e Braun (1994) "em se tratando de ondas luminosas, não se consegue mostrar apenas franjas de interferência na experiência de Young, uma vez que é muito difícil fazer fendas muito estreitas (isto é $\lambda \sim a$ [tamanho da fenda]) e com isto atenuar a modulação da intensidade das franjas de tal forma que elas tenham a mesma intensidade ao longo da direção x [plano da tela]".

Outros recursos didáticos

Uma complementação da visualização da formação da figura de interferência pode ser feita como especificado por Dorneles Filho (1998) usando a superposição de duas frentes de onda circulares impressas em lâminas transparentes para retroprojektor. Jaén et al (1991) sugerem um dispositivo simples para visualizar a interferência luminosa usando a retina como anteparo. Pode-se também, visitar alguns sites na internet com ilustrações muito boas sobre a interferência luminosa.

Interferência luminosa na Internet

www.colorado.edu/physics/2000/schroedinger/big_interference.html : nesta página é possível visualizar duas ondas circulares sendo geradas e interferindo.

www.colorado.edu/physics/2000/schroedinger/two-slit2.html : aqui visualizamos um laser, um anteparo com duas fendas e uma tela. Ao apertar o botão para ligar o laser, temos uma figura de interferência.

www.geocities.com/SiliconValley/Pines/2497/interfer.htm : neste endereço é mostrado um esquema da experiência de duas fendas de Thomas Young. A novidade está no fato de que se pode variar o comprimento de onda da luz, o tamanho das fendas e a distância do anteparo para a tela de projeção.

Bibliografia

Braun, L.F.M. e Braun, T. (1994). A montagem de Young no estudo da interferência, difração e coerência de fontes luminosas. *Cad.Cat.Ens.Fís.*, v.11, nº 3, pp. 184-195.
Dorneles Filho, A.A. (1998). Uma representação do

fenômeno de interferência de ondas utilizando lâminas transparentes e retroprojektor.

Cad.Cat.Ens.Fís., v.15, nº 1, pp. 87-93.

Halliday, D. e Resnick, R. e Walker, J. (1993). *Fundamentals of physics*. New York: John Wiley & Sons.

Jaén, M.; Cudmani, L.C.; Colombo, E. (1991). Ótica física: experiências introdutórias tomando como eixo o conceito de coerência.

Cad.Cat.Ens.Fís., v.18, nº 2, pp. 144-160.

Physical Science Study Committee (1981). *Física - parte 2*. São Paulo: Edart.

Projeto Física (1985). *Luz e Eletromagnetismo - Unidade 4*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Projeto Física (1985). *O triunfo da mecânica - Unidade 3*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Shamos, M.H. (1959). *Great Experiments in Physics*, pp. 97-107, New York: Henry Holt and Company.

Notas

1 Este trabalho foi realizado como parte das atividades desenvolvidas na disciplina Instrumentação para o Ensino do IFGW-Unicamp sob a orientação da profa. Maria José P. M. de Almeida da FE-Unicamp.

2 Até a apresentação do seu experimento, Thomas Young acreditava, assim como Huygens, que as ondas de luz eram longitudinais.

3 Hoje sabemos que a luz ora manifesta seu aspecto corpuscular, ora ondulatório; é o que chamamos de dualidade partícula-onda.

4 O slide utilizado na foto foi fornecido por Antônio Carlos da Costa (foto: Douglas Cioban).

5 Os suportes foram confeccionados pelo sr. Hélio Salvador Correia.

6 Podemos, também, confeccionar um slide com papel cartão preto. Nesse caso precisamos do auxílio de uma guilhotina para cortar ao meio o slide e depois tirar uma fina tira, que é montada junto aos outros pedaços para formar as duas fendas. Nesse caso, como a separação entre as fendas não é tão pequena, as franjas de interferência resultantes não são tão nítidas.

7 Essa transparência pode ser adquirida em papelarias. Certifique-se que a transparência é a correta para ser utilizada na impressora.

8 Jaén, Cudmani e Colombo (1991) afirmam que o tratamento da interferência, difração e polarização de forma isolada é um dos fatores que dificultam a aprendizagem da ótica física.