



CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

Experimentos simples para visualização dos fenômenos de difração e interferência da luz

Simple experiments for visualizing diffraction and light interference phenomena

Luiz Marcelo Darroz¹; Cleci Terezinha Werner da Rosa²; Álvaro Becker da Rosa³

RESUMO

Apresenta-se, neste trabalho, a construção de um equipamento didático para realização de uma atividade experimental que visa à visualização dos fenômenos da difração e interferência da luz. Esse equipamento possibilita a ressignificação dos saberes e a aproximação dos conceitos estudados em sala de aula com as situações vivenciais dos estudantes. Constitui-se de um arranjo simples e de baixo custo que poderá ser reproduzido nas escolas de ensino médio para despertar nos estudantes a curiosidade e o prazer pela Ciência. Nesse sentido, esse equipamento didático torna-se uma excelente alternativa para enriquecer as aulas de Física da educação básica, uma vez que proporciona situações em que os estudantes podem explorar as demonstrações práticas relacionadas aos fenômenos presentes no experimento de Young.

Palavras-chave: *Difração e interferência da luz. Atividade experimental. Ensino de Física.*

ABSTRACT

This work presents the construction of a didactic tool for performing an experimental activity that aims to visualize diffraction and light interference phenomena. This tool allows the reframing of knowledge and the approach to concepts studied in the classroom with the experiential situations of students. It is a simple and low-cost arrangement that may be reproduced in high schools to incite curiosity and the pleasure of learning in students. Hence, this didactic tool becomes an excellent alternative to enhance Physics classes in basic education, considering it provides situations where students may explore the practical demonstrations related to the phenomena present in the experiment by Young.

Keywords: *Diffraction and light interference. Experimental activity. Physics teaching.*

INTRODUÇÃO

O ensino de Física na educação básica, especialmente no ensino médio, tem, entre outros, o objetivo de levar o estudante à interpretação correta dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando-o e dimensionando a interação do ser humano com a natureza e como parte da própria natureza em transformação (BRASIL, 2002).

Solomon (1980) menciona que tal ensino deve ocorrer no laboratório, além de afirmar que professores e estudantes concordam na crença de que o experimento é a melhor ferramenta para auxiliar na compreensão dos fenômenos. Por mais significativo que esse espaço físico seja para as atividades de natureza experimental, ele não pode ser a única alternativa. A sala de aula, o pátio da escola, uma praça, um museu ou outro local também podem servir de espaço para discutir e fazer ciência.

Pinho-Alves (2000), ao defender que tais atividades não podem ser legadas única e exclusivamente aos laboratórios, chama a atenção para o fato de que elas representam um instrumento didático, assim como o livro-texto ou outro meio a ser utilizado no diálogo construtivista entre professor e aluno. Nesse contexto diversificado de espaços possíveis para a realização de uma atividade experimental, os equipamentos passam a ser considerados peças importantes na decisão do professor pelo local e pelas condições para desenvolvê-la. Equipamentos didáticos sofisticados e de difícil manuseio acabam por ter seu uso limitado a um único local, que normalmente requer tempo e deslocamento dos estudantes. Logo, recorrer à construção de equipamentos simples com materiais de fácil aquisição e reposição passa a ser uma alternativa para agregar a experimentação ao ensino, de modo a torná-la um instrumento a disposição e ao alcance do professor.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias destacam, igualmente, que, para realizar aulas práticas de Ciências, não é necessário dispor de laboratórios e equipamentos sofisticados, sendo suficiente o uso de materiais que estão à disposição dos professores, como pedaços de fios, lâmpadas, pilhas, etc. (BRASIL, 2002, p. 84). Muito mais do que os equipamentos e materiais disponíveis, o uso desse recurso estratégico deve estar relacionado às competências desejadas para a formação dos alunos: "A questão a ser preservada, menos do que os materiais disponíveis, é, novamente, que competências estarão sendo promovidas com as atividades desenvolvidas" (BRASIL, 2002, p. 84).

Partindo desse desejo de ofertar aos professores de Física das escolas básicas equipamentos acessíveis e fáceis de serem construídos, descreve-se, na sequência, o processo de construção e utilização de um equipamento que permite a visualização dos fenômenos de interferência e difração da luz.

Neste sentido, justifica-se a escolha do tema uma vez que, conforme destacado por Souza et al. (2015), os professores tradicionalmente optam por explorar a óptica geométrica no ensino médio, sendo, no entender dos autores, "um modelo de sucesso para explicar fenômenos ópticos como reflexão e refração da luz e formação de imagens em espelhos e lentes." (p. 4311). Contudo, seguem os autores, limitados para discutir a natureza da luz e os fenômenos de difração e interferência. Neste sentido, faz-se importante subsidiar a prática docente com atividades experimentais para além da óptica geométrica.

Sem o experimento apropriadamente mediado pelo professor, ensinar que a luz é um feixe de raios paralelos ou uma onda que se propaga no espaço pode ser indiferente para o aluno, pois não há o que ele possa observar para iniciar uma discussão em torno do novo conhecimento apresentado. Neste sentido, ele simplesmente pode acreditar sem questionar o que lhe foi exposto, construindo imagens muito pictóricas sobre a luz. (SOUZA et al., 2015, p. 4311-2)

Apesar dos autores apoiarem suas discussões na necessidade de realizar medidas em laboratório como forma de dar sentido aos conceitos abordados, o que há uma discordância na literatura especializada (PINHO-ALVES, 2000; ROSA, 2001), ressalta-se que experimentos construídos com materiais de baixo custo se mostram uma alternativa para explorar características importantes dos fenômenos em estudo, conforme descrito pelos próprios autores.

A partir desse entendimento o presente texto está estruturado de modo a inicialmente descrever características dos fenômenos de difração e interferência; na sequência relatar o processo de construção do equipamento didático; e, ao final descrever a possibilidade de uso no contexto do ensino médio.

DIFRAÇÃO E INTERFERÊNCIA DA LUZ

A difração e a interferência são efeitos exclusivamente ondulatórios, que se aplicam tanto para ondas mecânicas quanto para ondas eletromagnéticas. Denomina-se “difração” o fenômeno no qual as ondas sofrem um desvio ao passar por um obstáculo, tal como as bordas de uma fenda em um anteparo como representado na Figura 1. Já a “interferência” ocorre quando duas ou mais ondas passam pelo mesmo ponto no espaço no mesmo instante e combinam entre si. Essa combinação pode ser explicada pelo princípio de superposição, o qual estabelece que, se duas ou mais ondas progressivas estão se movendo em um meio e se combinam em um dado ponto, o deslocamento resultante do meio nesse ponto é a soma dos deslocamentos das ondas individuais (SERWAY; JEWETT JR., 2011). No caso das ondas eletromagnéticas, trata-se da combinação dos valores dos vetores dos campos elétricos e magnéticos. Conforme Serway e Jewett Jr. (2011), quando as ondas que se combinam estão em fase, a amplitude do campo elétrico da onda resultante é o dobro da amplitude do campo elétrico de cada onda (supondo que as amplitudes das duas ondas a se sobreporem sejam iguais), e costuma-se dizer que ocorre uma interferência construtiva. Segundo os mesmos autores, quando as ondas que se combinam não estão em fase, elas se aniquilam uma à outra, ocorrendo uma interferência destrutiva – Figura 2.

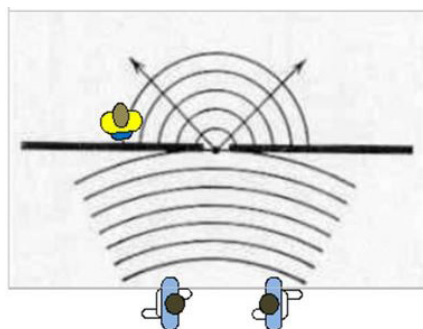


Figura 1 – Representação do fenômeno da difração ondulatória¹

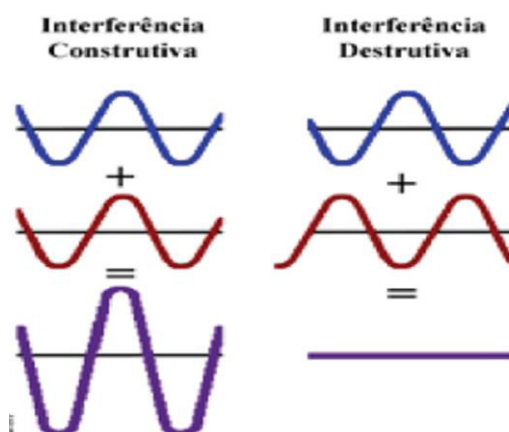


Figura 2 – Interferência construtiva e destrutiva²

A visualização desses fenômenos não é tarefa simples, especialmente em termos da obtenção da figura de interferência no experimento de Young, proposto por Thomas Young em 1801, denominada de “franjas de interferência”. Nesse experimento, Young provou que a luz era uma onda, pois apresentava os fenômenos da difração e da interferência.

De acordo com Serway e Jewett Jr. (2011), em seu experimento, Young fez um pincel de luz monocromática (uma só cor) incidir sobre uma tela opaca (obstáculo), com uma estreita fenda. A luz que atingiu essa fenda se espalhou, sofrendo difração. Atrás da primeira tela, ele colocou outra tela opaca, com duas fendas também muito estreitas e convenientemente próximas, funcionando cada uma delas como uma fonte primária de ondas exatamente iguais (mesma frequência, mesmo comprimento de onda, mesma velocidade e em fase), ou seja, ondas coerentes, que é condição necessária para que ocorra a interferência. A Figura 3 apresenta um esquema do arranjo experimental construído por Young.

¹Disponível em: http://wiki.stoa.usp.br/Fap0459/textos/grupo_AlexAndre/Gregori/Diego/Cl%C3%B3vis. Acesso em: 14 jul. 2016.

²Disponível em: <http://in-diferentemente.blogspot.com.br/2013/11/a-funcao-de-onda-da-interpretacao.html> Acesso em: 14 jul. 2016.

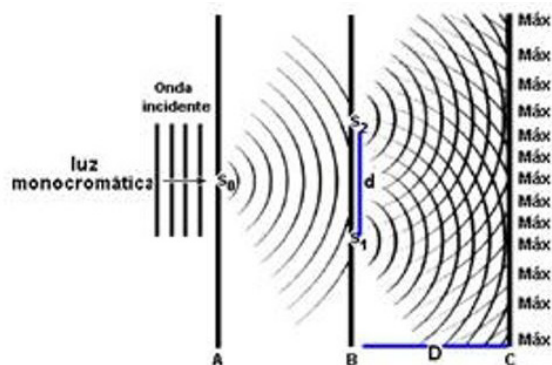


Figura 3 – Arranjo experimental construído por Young³

Em seguida, a uma distância definida do obstáculo, ele colocou um anteparo (alvo, película fotográfica), de tal modo que a separação entre as fendas era muito menor que a distância entre o obstáculo e a tela. Então, observou, na tela, uma figura de interferência formada por franjas brilhantes coloridas (interferência construtiva) alternadas por franjas escuras (interferência destrutiva). O padrão de faixas de luz projetado na tela foi denominado de “franjas de interferência”.

A disposição das franjas de interferência tem no centro uma franja mais brilhante, denominada “máximo de ordem zero” ou simplesmente “m”, e afastando-se desta estão as franjas de ordem subsequente nos dois sentidos, em intensidades decrescentes. As relações entre elas são determinadas pela equação:

$$y = m \frac{\lambda L}{d}$$

Onde “y” é a distância da franja desejada e a franja de ordem zero, “m” é a ordem da franja desejada, “λ” é o comprimento de onda, “L” é a distância da fonte até o anteparo e “d” é a distância entre as fendas. Essas relações são instigadoras e podem fomentar estudos adicionais sobre ondulatória no ensino médio, podendo ser exploradas com os estudantes em um segundo momento.

Discutir os fenômenos da difração e da interferência ondulatória com estudantes do nível básico, considerando a ocorrência dos fenômenos com ondas mecânicas como as produzidas numa corda, é relativamente fácil. Entretanto, é difícil para esses mesmos estudantes perceberem que aquilo que acontece em uma corda, acontece com o som e a luz, por exemplo. A ideia de que o encontro de dois sons pode resultar em silêncio, ou, ainda, de que o encontro de dois feixes luminosos pode resultar em escuridão, como demonstrado por Young, é inconcebível para o senso comum. Para proporcionar a quebra desse paradigma, faz-se necessária uma demonstração. Da mesma forma, é difícil compreender que a luz contorna um objeto tal como uma onda sonora ou uma onda em um fluido. Diante disso, na sequência deste trabalho, descreve-se a construção de um equipamento e uma proposta didática que permite a visualização dos fenômenos de interferência e difração da luz e, conseqüentemente, a compreensão do experimento de Young.

³Disponível em: <http://fisicaestibular.com.br/ondas5.htm>. Acesso em: 15 jul. 2016.

CONSTRUÇÃO DO EQUIPAMENTO

Para construir o equipamento – o qual permite a visualização da difração e interferência da luz – o professor necessitará de duas lâminas finas de vidro transparente (lâminas de microscópio), tinta preta (tipo nanquim), duas lâminas de aço finas (tipo gillete) e uma lâmpada de filamento colocada em um suporte (ou um abajur sem a cúpula).

Uma das lâminas deve ser pintada com uma fina camada de tinta preta, de modo que cubra perfeitamente a lâmina, não deixando passar a luz. Logo em seguida, com uma lâmina de aço, deve-se fazer um risco próximo a uma extremidade e, com as duas lâminas unidas, dois riscos no lado oposto, conforme a Figura 4. Para fazer esses dois riscos, deve-se juntar as lâminas com os gumes alinhados, segurando-as unidas o mais firme possível, como demonstrado na foto.



Figura 4 – Esboço da lâmina com as fendas

Feitos os riscos, deve-se colar a outra lâmina de vidro sobre a lâmina pintada e com os riscos, com o objetivo de proteção. Para colar, sugere-se colocar pingos de cola transparente nas extremidades das lâminas, com cuidado para não escorrer sobre as fendas. A Figura 5 ilustra o equipamento necessário para essa atividade.



Figura 5 – Imagem do equipamento

ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Com o conjunto de lâminas colado e seco, pode-se iniciar a atividade experimental. Ela consiste em colocar a lâmpada ligada a uma distância de aproximadamente 50 centímetros do ponto de observação. O filamento deve ser colocado na vertical e paralelo às lâminas que distam 50 centímetros deste. Essas lâminas devem ser colocadas próximo a um dos olhos do observador (estudante), como ilustra a Figura 6.

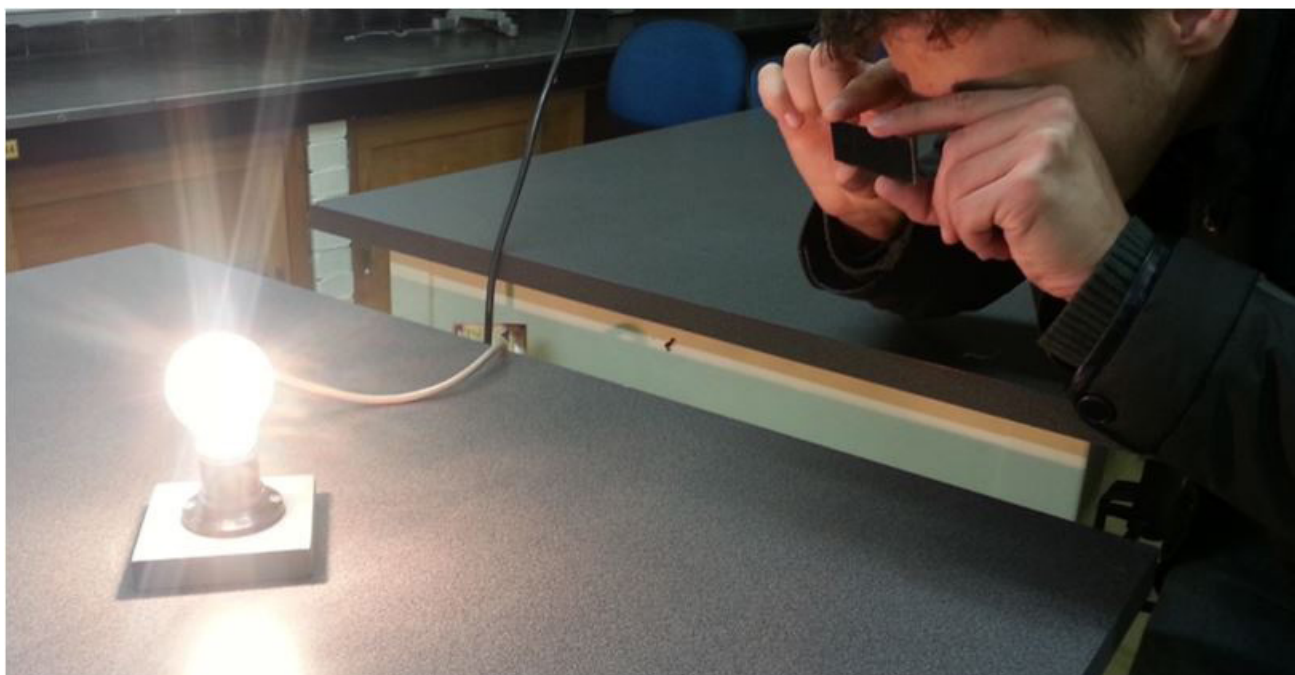


Figura 6 – Posicionamento do observador em relação à fonte de luz

Ao olhar para o filamento da lâmpada pela fenda única, o observador deverá visualizar a formação das cores decorrente do fenômeno de difração. E ao olhar pela fenda dupla, haverá superposição do visualizado anteriormente, formando as franjas de interferência de Young. Nessa última, será possível visualizar os dois fenômenos, com as regiões claras e escuras ao centro e as coloridas nas extremidades.

No caso da interferência produzida pelas duas fendas com a utilização da lâmina pintada de preto, observa-se a formação das franjas de interferência de Young. Isso só é possível porque se está utilizando uma única fonte luminosa intensa (filamento da lâmpada)

Outra opção para visualizar o fenômeno de interferência da luz utilizando as lâminas do experimento anterior pode ser a substituição da luz branca emitida pela lâmpada incandescente pela luz monocromática de uma *point laser*. Nesse caso, é necessário utilizar um anteparo para projetar as franjas de interferência. Esse anteparo deve ser opaco, tal como uma parede, por exemplo. Para essa visualização, basta posicionar a *point laser* a aproximadamente 7 cm de distância da lâmina, que se encontra a 2 metros da parede, e iluminá-la com a luz da *point laser*.

Para fomentar a discussão sobre as distâncias das franjas de interferência, pode-se recorrer à utilização de *point lasers* de cores distintas, como a vermelha e a verde, por exemplo. Além disso, pode-se realizar o experimento segurando a lâmina e a *point laser* a distâncias diferentes do anteparo. Nesse caso, é possível incluir na discussão a relação entre as distâncias das franjas como decorrência da luz utilizada (comprimento de onda) e a distância da fonte ao anteparo. Desejando-se, é possível incluir o cálculo de qualquer uma dessas variáveis e compará-la com o valor no experimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio de uma atividade prática simples, de fácil montagem e de baixo custo, inferiu-se como construir um equipamento para visualização dos fenômenos de interferência e difração da luz, fenômenos desenvolvidos teoricamente e exemplificados com o auxílio de desenhos ilustrativos nas aulas de Física da educação básica. Com base nos resultados da execução da atividade experimental proposta, acredita-se que essa atividade pode enriquecer as aulas de Física do ensino médio, pois fortalece a concepção de que sua utilização é capaz de contribuir para o aprendizado dos conceitos físicos, recorrendo-se a procedimentos que vão desde uma mera observação de fenômenos até a criação de situações que permitam uma participação ativa dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem.

Sua construção, fundamentada em materiais alternativos, torna acessível o seu emprego e a sua adaptação em escolas que não disponham de laboratórios e de recursos materiais significativos, além de ir ao encontro do que é preconizado pelos PCNs (1998), ao salientarem ser muito importante que as atividades não se limitem a nomeações e manipulações de vidrarias e reagentes, fora do contexto experimental. Para esse documento, é fundamental que as atividades práticas tenham garantido o espaço de reflexão, desenvolvimento e construção de ideias, ao lado de conhecimentos de procedimentos e atitudes, e que ocorram em diferentes ambientes de aprendizagem.

Por fim, conclui-se que o equipamento é capaz de proporcionar estratégias de aprendizagem que provocam desafios e oportunidades, auxiliando o professor de Física a planejar suas aulas com elementos concretos por meio dos quais os seus aprendizes possam construir e reconstruir saberes.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação e Desporto, 1998.

_____. _____. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

CALDEIRA, Bernardo. **InDiferenteMente**. Disponível em: <http://in-diferentementemente.blogspot.com.br/2013/11/a-funcao-de-onda-da-interpretacao.html>. Acesso em: 14 jul. 2016.

FÍSICA E VESTIBULAR. **Interferência luminosa - experimento de Young**. Disponível em: <http://fisicaevestibular.com.br/ondas5.htm>. Acesso em: 15 jul. 2016.

PEREIRA JR., Wilson. **Mas o que é Difração?** Disponível em: http://wiki.stoa.usp.br/Fap0459/textos/grupo_AlexAndre/Gregori/Diego/CI%C3%B3vis. Acesso em: 14 jul. 2016.

PINHO-ALVES, Jose. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. 2000. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

SERWAY, Raymond A.; JEWETT JR., John W. **Princípios de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

SOLOMON, Joan. **Teaching children in the laboratory**. London: Croom Helm, 1980.

SOUZA, L.A. et al. **Discutindo a natureza ondulatória da luz e o modelo da óptica geométrica através de uma atividade experimental de baixo custo**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 37, n.4, p. 4311-1 – 4311-6, 2015.