



Determinando a espessura de um fio através da difração da luz

Determining the thickness of a wire through light diffraction

W. N. da Silva¹; C. A. da Silva^{2*}; D. Olivier¹

¹Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Norte do Tocantins, 77824-138, Araguaína-TO, Brasil

²Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal da Fronteira Sul, 99770-000, Erechim-RS, Brasil

*claudia.adriana@uffrs.edu.br

(Recebido em 01 de dezembro de 2021; aceito em 20 de julho de 2022)

O fenômeno da difração da luz é amplamente estudado na Física, sendo observado em situações reais como hologramas, arco-íris, ou ainda no padrão de cores que surgem em um CD. Neste trabalho propomos a utilização de um aparato experimental simples, construído com materiais de baixo custo, para auxiliar os professores e estudantes no processo de ensino e aprendizagem da difração da luz. Para isso, determinamos a espessura de um fio de cabelo a partir da largura das franjas de difração como função da distância do obstáculo até o anteparo. Os resultados apontam que o aparato proposto possibilita o estudo de conceitos físicos relacionados à difração da luz, bem como a aplicação para o cálculo do diâmetro do fio.

Palavras-chave: difração da luz, diâmetro de fio de cobre, aparato experimental didático.

The phenomenon of light diffraction is widely studied in physics, being observed in real situations such as holograms, rainbows, or even in the color pattern that appear on a CD. In this work we propose the use of a simple experimental apparatus, built with low-cost materials, to help teachers and students in the teaching and learning process of light diffraction. For this, we determined the thickness of a copper wire from the width of the diffraction fringes as a function of the distance from the obstacle to the bulkhead. The results show that proposed apparatus allows the study of physical concepts related to light diffraction, as well as the application for calculating the diameter of the wire.

Keywords: light diffraction, copper wire diameter, didactic experimental apparatus.

1. INTRODUÇÃO

Ao analisarmos o ensino de Física, observamos que os conteúdos abordados com maior frequência nas salas de aulas são aqueles mais tradicionais tais como Mecânica, Termologia e Eletromagnetismo. É notório que essas áreas são as mais exigidas em processos seletivos para o acesso às universidades. Em decorrência disso, notamos que a Física Óptica é pouco estudada no ensino médio ou é abordada de forma superficial.

O ensino da Física Óptica se torna ainda mais complicado quando o professor não dispõe de materiais e métodos adequados, ou não tem domínio do assunto em questão. Tais dificuldades podem ocasionar tanto frustração no educador quanto aos estudantes em relação à Física. Dispor de ferramentas adequadas que sejam facilitadoras da aprendizagem pode ser o divisor de águas no ensino de Física.

A compreensão dos fenômenos físicos exige alto nível de abstração o que frequentemente se torna um obstáculo para a eficiência do processo de ensino e aprendizagem. Neste sentido, no ensino de ciências e em especial da Física, as atividades experimentais vêm sendo utilizadas com êxito. Segundo de Araújo e Adib (2003) [1], tanto alunos quanto professores indicam que a utilização de atividades experimentais no ensino de Física permite um aprendizado significativo e consistente, constituindo-se em uma maneira frutífera de minimizar as dificuldades de aprendizagem da Física.

As atividades experimentais podem ser utilizadas nas aulas de Física de diferentes formas, com abordagens distintas, a depender do objetivo que se tenha com sua utilização. O professor

(re)elabora a atividade experimental de acordo com sua realidade no momento, considerando diversos aspectos do ensino e aprendizagem [2].

Em contrapartida, a implementação de laboratórios didáticos de Física pode resultar em altos custos para as instituições de ensino, pois os equipamentos comerciais, de maneira geral, são de elevado valor monetário. Isso impossibilita a maioria das instituições de ensino da rede de educação básica a possuírem laboratórios didáticos, principalmente as instituições públicas. O resultado é que muitos experimentos científicos são conhecidos apenas nas universidades. As redes de difração são um exemplo clássico que ilustra este quadro. O elevado custo deste tipo de aparato colabora para que conceitos como dispersão espectral permaneçam distantes das salas de aula da educação básica.

Uma alternativa proposta é a construção de experimentos didáticos utilizando materiais de baixo custo. Materiais de baixo custo são aqueles que constituem um tipo de recurso que apresentam as seguintes características: são simples, baratos e de fácil aquisição. Tais aparatos experimentais, construídos na própria instituição de ensino, têm custo muito menor quando comparados aos comerciais e são igualmente potenciais para explorar a aprendizagem de conceitos e princípios científicos.

Nesta perspectiva, propomos a construção de um aparato experimental de baixo custo para o estudo de conceitos relacionados à difração da luz. A proposta permite, não só a visualização do fenômeno, mas também, o cálculo do diâmetro do fio colocado como obstáculo ao feixe luminoso, que em nosso caso é um fio de cobre.

Lopes e Laburú (2004) [3] propuseram um experimento didático simples, de baixo custo que permitia o cálculo do diâmetro de um fio de cabelo através da difração da luz. Seguindo uma proposta semelhante, apresentamos neste trabalho o cálculo do diâmetro de um fio de cobre obtido também através da difração da luz. Em nosso experimento, o diâmetro do fio foi obtido através de ajuste linear.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Elaboramos um pequeno aparato experimental, construído em mdf, em formato de caixa com medidas 0,25 m x 0,11 m x 0,08 m. O aparato possui um encaixe na parte frontal para anexar o fio de medição. No interior da caixa foi construído um suporte para o encaixe da caneta laser (Figura 1).



Figura 1 - Aparato experimental contendo suporte para caneta laser e suporte para posicionamento do fio.

O experimento consiste na determinação da espessura de um fio de cobre a partir do fenômeno de difração da luz. Neste trabalho dois parâmetros foram avaliados na execução do experimento: 1 – distância entre o fio de cobre e o anteparo de projeção (L), variando de 100 a 300 cm, com intervalos regulares de 50 cm, e 2 - comprimento de onda de incidência (laser verde, $\lambda = 532$ nm, e vermelho, $\lambda = 650$ nm). O aparato foi utilizado para medir a largura das franjas de difração (y) como função da distância (L) entre o fio e o anteparo de projeção (Figura 2A).

A medida da largura da franja brilhante foi realizada a partir do centro de incidência do laser, com parâmetros d_1 e d_2 representando as extremidades da primeira franja brilhante. A largura da

franja foi determinada como o ponto médio entre as distâncias d_1 e d_2 (Figura 2B). Cada experimento foi replicado cinco vezes para obtenção de um valor médio e cálculo do erro experimental do conjunto de medidas.

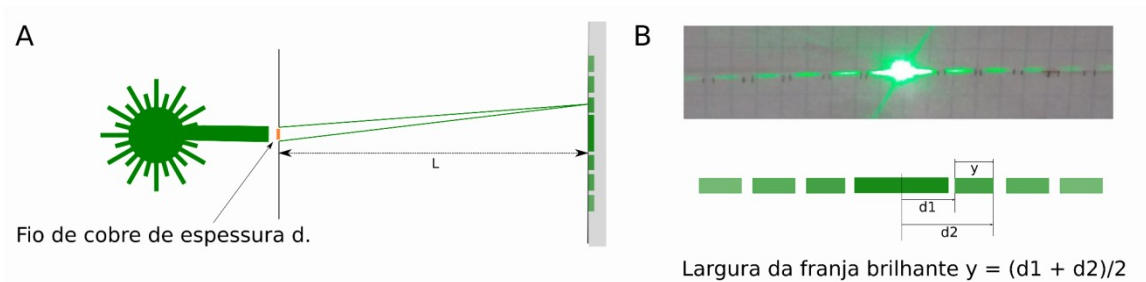


Figura 2: Representação esquemática do experimento de difração e padrão projetado no anteparo. A – Modelo para refração da luz sobre o fio de cobre. B – Padrão de difração das franjas brilhantes e escuras, com apresentação de parâmetros utilizados nos experimentos.

A curva experimental, construída com os pontos mensurados, no software SciDAVis [4], foi ajustada por uma função linear que representa a largura das franjas (y) de difração como função da distância - L :

$$y=(m\lambda/d)L \quad \text{Eq. 1}$$

onde y , é a largura da franja; m , representa o número da franja; λ , o comprimento de onda do laser; L , a distância entre o fio e o anteparo; e d , a espessura do fio.

O fio de cobre é utilizado como obstáculo ao feixe luminoso do laser, sendo assim um experimento similar à fenda simples.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1B, mostra que o aparato experimental proposto permite a visualização clara das franjas de difração, permitindo assim a discussão dos conceitos físicos relacionados ao fenômeno, tal como a natureza ondulatória da luz, propriedades dos raios luminosos e interferência construtiva e destrutiva. Além da observação do fenômeno, é possível ampliar o estudo com o aprofundamento matemático, deduzindo e aplicando a lei da difração (Eq. 1).

Através dessa equação é possível fazer um ajuste linear em que a espessura do fio será inversamente proporcional ao coeficiente angular da reta ajustada. Com este procedimento teórico-experimental é possível calcular o diâmetro de um fio de cobre colocado como obstáculo ao feixe luminoso, que exerce função semelhante a fenda simples [5], podendo ser utilizado como experimento complementar no estudo do fenômeno da difração, com a vantagem de ser um experimento de baixo custo que pode ser construído pelo próprio professor.

A Tabela 1 apresenta os dados coletados para as larguras das franjas de difração como função da distância L entre o fio de cobre e o anteparo.

Tabela 1: Determinação da espessura de um fio de cobre a partir da difração da luz. L representa a distância entre o fio de cobre e o anteparo onde são projetadas as franjas claras e escuras da difração; A largura da primeira franja brilhante foi calculada como o ponto médio entre as distâncias d_1 e d_2 .

Distância L (cm)	Laser verde		Laser vermelho	
	Largura da franja (cm)	Erro padrão (cm)	Largura da franja (cm)	Erro padrão (cm)
100	0,53	0,03	0,63	0,03
150	0,75	0,03	0,98	0,05
200	0,95	0,03	1,29	0,06
250	1,36	0,03	1,53	0,05
300	1,59	0,02	1,90	0,09

A partir dos dados da Tabela 1 foram plotados os gráficos para os lasers verde e vermelho da largura da franja brilhante como função da distância entre o fio de cobre e o anteparo de projeção (Figura 3).

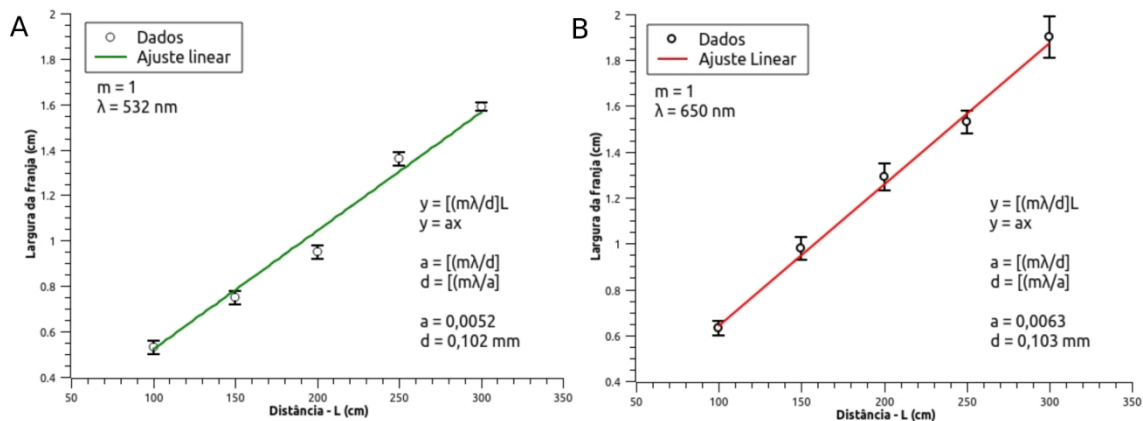


Figura 3: Espessura de um fio de cobre a partir da difração da luz. A largura da primeira franja de difração – y – é função da distância – L – entre o fio de cobre e o anteparo de projeção. A espessura do fio é calculada a partir da equação 1 e a função linear $y = ax$. A – O diâmetro do fio de cobre calculado a partir da difração do laser verde foi de 0,102 mm. B – O diâmetro do fio de cobre calculado a partir da difração do laser vermelho foi de 0,103 mm.

Os resultados, para o diâmetro do fio de cobre, calculados a partir da difração dos lasers verde e vermelho são, respectivamente, 0,102 mm e 0,103 mm. Esses resultados indicam boa precisão e concordância entre experimento e teoria e também com trabalhos anteriores [3, 6], que calcularam o diâmetro de um fio de cabelo.

É possível observar que à medida que a distância entre o fio e o anteparo de projeção aumenta, há um incremento no erro nas medições das larguras das bandas. Isso acontece, pois, ao aumentar a distância, as bordas das franjas tornam-se menos nítidas devido à colimação do laser não ser de alta qualidade [7]. Apesar desse desvio, previsto em lasers de menor qualidade, como é o caso do laser que foi utilizado neste experimento, é possível observar o fenômeno com boa qualidade para o nível didático.

Considerando apenas a primeira banda de difração ($m = 1$) e observando a equação 1, pode-se notar a relação de proporcionalidade entre a largura da franja (y) e a distância do fio ao anteparo – L , a qual é apresentada graficamente na Figura 3. Além disso, há uma relação direta entre a largura da franja e o comprimento de onda do laser utilizado. Essa relação pode ser calculada pela razão entre as faixas de variação na largura das franjas dos experimentos com lasers vermelho e verde com valor de 1,2, e comparada à razão entre os comprimentos de onda dos respectivos lasers – 1,22.

4. CONCLUSÃO

Construímos um aparato experimental para medir a espessura de um fio de cobre a partir da difração da luz. O aparato foi construído com materiais de baixo custo e tem por objetivo auxiliar professores e estudantes no processo de ensino aprendizagem do fenômeno de difração da luz. Os resultados obtidos experimentalmente para a espessura do fio de cobre, variando-se a distância entre o fio e o anteparo de projeção e com lasers de diferentes, apresentaram boa concordância quando comparados. É possível destacar que as relações de proporcionalidade entre a largura da primeira franja brilhante de difração observadas estão de acordo com a previsão teórica (Eq. 1).

Baseado nos resultados preliminares de laboratório, a aplicação do produto será realizada na educação básica. A perspectiva futura é que o aparato seja adaptado com elementos táteis, possibilitando assim a utilização do experimento com estudantes videntes e não videntes. O desenvolvimento da atividade experimental será adequado ao nível de habilidades dos estudantes, e a expectativa é que ambos os grupos consigam compreender o fenômeno de difração, as suas implicações, e como as variáveis do experimento se correlacionam.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. de Araújo MST, Abib MLVS. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Rev Bras Ensino Física*. 2003;25(2):176-94.
2. de Oliveira JRS. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. *Acta Sci*. 2010;12(1):139-53.
3. Lopes EM, Laburú CE. Diâmetro de um fio de cabelo por difração (um experimento simples). *Cad Bras Ensino Física*. 2004;21(2):258-64.
4. Benkert T, Franke K, Standish R. *SciDAVis*. 2007. Version 2.4.0. 2021. Available from: <http://scidavis.sourceforge.net/>
5. Serway R, Jewett J. *Princípios de física - óptica e física moderna*. 5. ed. Rio de Janeiro (RJ): Cengage Learning Edições Ltda; 2014.
6. Messer R. Single slit interference made easy with a strand of hair and a laser. *Phys Teach*. 2018;56(1):58-9. doi: 10.1119/1.5018699
7. Weber R, Heidemann LA, Veit EA. Atenuação da luz em meios materiais: Uma atividade de modelagem envolvendo três experimentos didáticos. *Rev Bras Ensino Fis*. 2020;42(189):1-18. doi: 10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0229