



MEDIDAS DOS COMPRIMENTOS DE ONDA DO ESPECTRO VISÍVEL: UMA PROPOSTA DIDÁTICA DE BAIXO CUSTO

Rodrigo Ferreira Marinho¹, Cynthia Cabral Rodrigues Vailant²,
Ícaro Lorrán Lopes Costaco³, Luis Paulo Vieira da Silva⁴

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Jataí/ roferreira@gmail.com

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Jataí/ cynthya.c.rodrigues@gmail.com

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Jataí/ icarosadero@gmail.com

⁴Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Jataí/ luispaulo.v.s@hotmail.com

Resumo:

Este trabalho traz o relato de uma proposta didática para estudo do espectro visível feita aos estudantes de Laboratório de Física Moderna. Nesta proposta foi solicitado a eles a elaboração, construção e utilização de um aparato experimental, de baixo custo, para visualizar e medir o comprimento de onda das cores da luz visível. E a partir do experimento, trabalhar na construção de um texto contendo o levantamento bibliográfico, metodologia e resultados obtidos. Este trabalho foi construído utilizando as contribuições dos estudantes neste texto e busca divulgar e incentivar a utilização de experimentos de baixo custo para o ensino de Física. Através do experimento conseguimos observar o espectro visível e medir o comprimento de onda. Além disso percebemos que houve bastante interação e participação dos estudantes em todas as etapas do processo, realizado durante as aulas.

Palavras-chave: ensino de Física; proposta didática; material de baixo custo; espectro visível; difração da luz; dispersão da luz;

1. Introdução

Existem várias formas de trabalhar os conteúdos de Física em sala de aula e uma delas é a utilização de experimentos, na qual pode-se proporcionar aos estudantes um contato real com os conteúdos ensinados, tornando-os assim, mais interessantes. Neste trabalho mostramos uma proposta dentro desta linha.

No livro *Física mais que divertida*, Valadares (2002, p. 9) nos propõe: “Ponha a mão na massa e descubra o fascínio da Física. Cada experimento proposto dá uma dica de como a natureza funciona. Explore todas as possibilidades ao seu alcance. ”

Tendo este pensamento em mente, deve-se explorar a prática experimental com nossos estudantes, pois como o autor (Ibid, 2002, p.9) cita, ela pode ser tão rica quanto se queira.

Dentro do tema do experimento, é necessário recordar alguns conceitos físicos importantes que traremos a seguir, eles serão abordados de maneira a trazer apenas as definições necessárias para o experimento.

2. Revisão Teórica

O chamado espectro eletromagnético traz todas as ondas eletromagnéticas distribuídas por comprimento de onda ou frequência. Dentro do espectro, as ondas na faixa de 400 a 700 nanômetros são visíveis ao olho humano, por essa razão esta parte é chamada de espectro visível (HALLIDAY;RESNICK;WALKER, 2009, p.2).

Um conceito importante para este experimento é a difração que é definida por Muramatsu et al (2008)

“A difração é uma propriedade característica de fenômenos ondulatórios e que consiste no fato da onda ser capaz de contornar pequenos obstáculos ou aberturas de pequenas dimensões, comparáveis ao comprimento de onda da onda. Para compreender o fenômeno é viável fazer uso do princípio de Huygens-Fresnel, segundo o qual todos os pontos de um pulso se comportam como novas fontes (ondículas) e a superposição dessas ondículas determinam a posição subsequente do pulso. Assim a onda contorna o obstáculo (MURAMATSU ET AL, 2008, p.32)”.

Assim, a partir da citação podemos dizer que a difração depende da abertura da fenda e do comprimento de onda da onda, e que quando ela ocorre a onda é transmitida pela fenda. Uma segunda situação seria a de uma onda ultrapassando duas fendas, na qual teremos como na situação anterior, duas ondas reconstituindo-se de forma idêntica, porém em posições diferentes. Essa diferença de posição provoca uma diferença de fase nas ondas, o que causa uma interferência entre elas, podendo esta ser construtiva ou destrutiva.

Pode-se medir o comprimento de onda de luz originada pela fenda utilizando o experimento da dupla fenda de Thomas Young. Nesse experimento, as luzes originadas das fendas são projetadas em uma tela, onde poderá ser observado o espectro da luz. Sendo assim, a interferência construtiva irá ocorrer quando a diferença de distância que a luz leva de um das fendas para a tela corresponder a um múltiplo inteiro do seu comprimento de onda. Através da distância d entre as fendas e do ângulo entre uma reta perpendicular à tela e o ponto em que a luz está sendo construída, temos que a diferença de caminho entre as duas ondas é igual ao produto entre d e o seno deste ângulo. Logo, o comprimento de onda pode ser encontrado pela seguinte relação: $n\lambda = dsen\theta$. Ao lado temos na imagem 1¹, um esquema do experimento de Young:

¹ Crédito da imagem <http://www.infoescola.com/fisica/foton/>

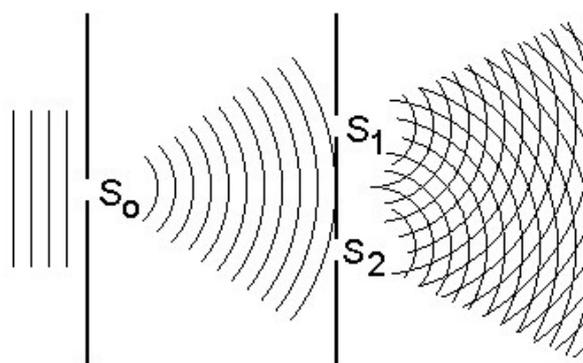


Imagem 1 – Esquema Experimento de Young

Quando temos múltiplas fendas, muito próximas e alinhadas, temos a chamada rede de difração. Nela a luz que passa por cada fenda sofre difração, superpondo os raios difratados que produzem franjas de interferências. Portanto, o resultado é uma figura que conjuga a difração e interferência da luz simultaneamente. Logo, quando um feixe de luz branca incide numa rede de difração, produz-se a separação da luz, este fenômeno é chamado de dispersão da luz.

Podemos conseguir a dispersão da luz utilizando um CD. Quando a luz é transmitida através dele, ela é decomposta, formando cones luminosos, assim, um CD nada mais é que uma rede de difração.

3. Construção do Equipamento e Andamento das Atividades

Na disciplina de laboratório de Física Moderna do curso de Licenciatura em Física do IFG – Campus Jataí, no primeiro semestre de 2015, foram observadas as raias espectrais de uma lâmpada de mercúrio através de um rede de difração e a partir deste experimento foi realizada um discussão a respeito do espectro visível, onde o professor solicitou aos estudantes da disciplina, o planejamento e a construção de um equipamento de baixo custo que facilitasse a visualização do espectro visível, e que também possibilitasse as medidas dos comprimentos de onda desta faixa do espectro eletromagnético. Todo o trabalho foi feito com a ajuda e supervisão do professor regente durante as aulas da referida disciplina, que tinha três alunos matriculados, que formaram um único grupo de trabalho.

Os trabalhos de Cavalcante, Tavolaro e Haag (2005) e Catelli e Libardi (2010) que propõem o uso de CD's como lentes difrativas serviram de base para que fosse construído o

aparato experimental. Os primeiros autores propõem um experimento para observar o espectro visível, mas realizam medidas usando lâmpadas de LED monocromáticas. Já o segundo trabalho traz um estudo das possibilidades de uso de CDs como lentes difrativas, mas não traz medidas de comprimento de onda.

Para construir o experimento proposto utilizou-se os seguintes materiais: papel cartão preto, fita crepe, fita dupla face, papel milimetrado, lente de uma lupa, tripé, lanterna de um celular, CD, trena e apontador laser.

Com o papel cartão foram construídos dois tubos cilíndricos com as extremidades abertas de forma que um tubo fosse concêntrico ao outro para permitir a focalização do espectro, juntamente com a lente da lupa que foi colocada próxima a uma das extremidades dos tubos (imagem 2).



Imagem 2 – Tubos Concêntricos

Para realizar a difração da luz proveniente da lanterna do celular foi utilizado um CD, que teve sua película removida e colado com fita dupla face na mesma extremidade que a lupa foi colocada. O tubo foi preso em um tripé com ajuda de fita dupla face com a extremidade que possui a lente e o CD virada para baixo. Na extremidade superior foi fixado um celular com a lanterna ligada e abaixo do tripé foi fixado um papel milimetrado, conforme pode ser observado na imagem 3 ao lado.

O aparato experimental foi elaborado e construído de maneira colaborativa, a partir de ideias e sugestões dos estudantes e do professor, embasados nos autores já citados. Após as



Imagem 3 – Equipamento Construído

medidas, foi solicitada a elaboração de texto aos três estudantes, esta tarefa foi dividida em três partes, sendo uma para cada. A primeira foi o levantamento bibliográfico a respeito do experimento e dos fenômenos observados, contendo toda a teoria envolvida na experiência e as ferramentas matemáticas necessárias para a análise dos dados coletados. A segunda foi a elaboração da metodologia usada na construção, na utilização e na coleta de dados do experimento. Por fim, a terceira parte foi a organização dos dados e a sua utilização para encontrar os valores de comprimento de onda do espectro observado, além de comparar os resultados obtidos com os valores disponíveis na literatura.

4. Resultados

Após ajustarmos o foco da lente, foi observado o espectro visível da luz da lanterna do celular (imagem 4) e (imagem 5 ampliada) projetado sobre o papel milimetrado.

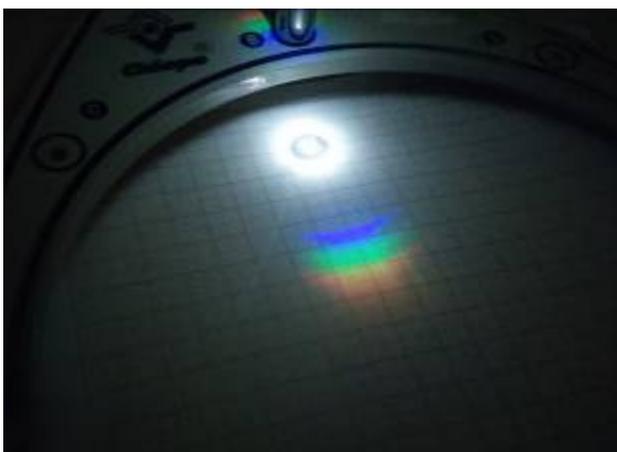


Imagem 4 – Espectro Visível

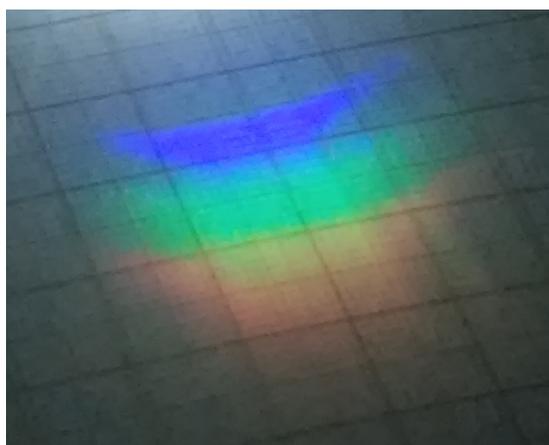


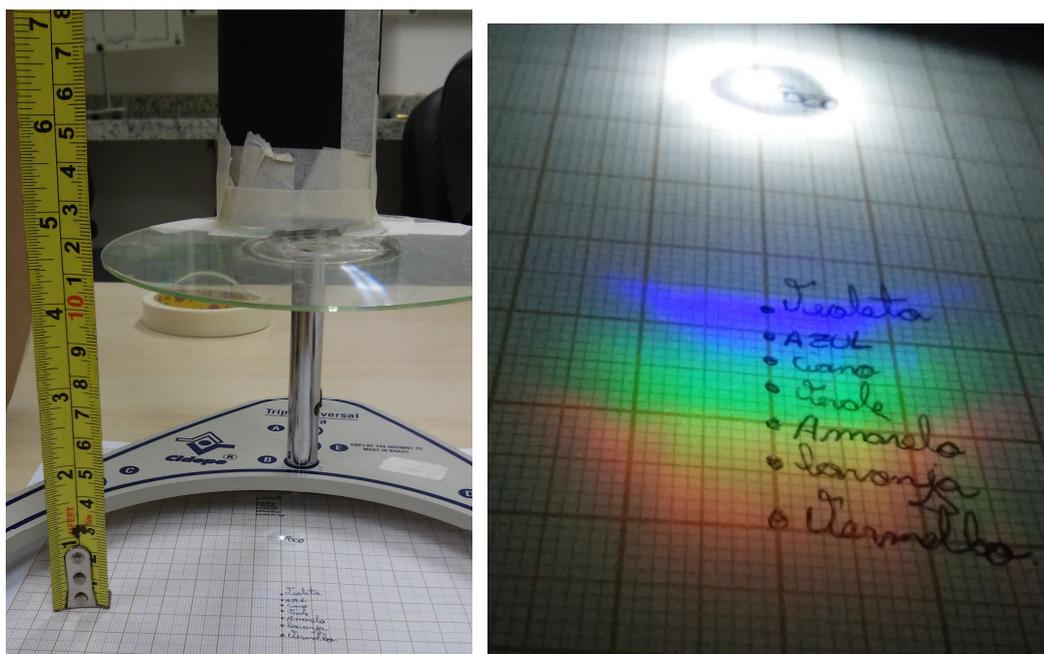
Imagem 5 – Imagem 4 Ampliada

Nesta configuração, a distância do CD (rede de difração) ao papel e as leituras das raias de luz projetadas no papel foram usados para calcular os comprimentos de onda por meio da relação desenvolvida por Thomas Young ($n\lambda = dsen\theta$). Nesta equação d é a distância entre cada divisão da rede de difração, o CD nesse caso; θ é o ângulo correspondente a cada cor, n é a ordem da sequência de luz difratada que é medida, tomada como 1(um), já que estamos vendo a primeira sequência e finalmente λ é o comprimento de onda do correspondente raio de luz a ser calculado.

O ângulo θ pode ser calculado de maneira indireta através do arco tangente das medidas das distâncias foco-cor, feita diretamente no papel milimetrado e CD-papel, que foi

feita usando um trena, o valor medido foi de $(117,0 \pm 0,5) \text{ mm}$, na página seguinte temos as imagens 6 e 7 das medidas realizadas.

A distância entre as fendas de difração (d) do CD foi medida de forma análoga usando o apontador laser, com comprimento de onda conhecido e o valor obtido aqui foi $(1,49 \pm 0,03) \times 10^{-6} \text{ m}$, valor que está de acordo com os trabalhos de Catelli e Libardi (2010), que citam $1,53 \times 10^{-6} \text{ m}$.



Imagens 6 e 7 – Medidas realizadas

Temos dispostos, a seguir, na tabela 1 os valores das medidas para cada cor, os valores dos comprimentos de onda calculados e os valores teóricos de Silva (2007), usados para verificar os valores encontrados:

Tabela 1 – Valores medidos e calculados.

Cor	Distância foco-cor (mm)	λ calculado (10^{-9} m)	λ teórico (10^{-9} m)
Violeta	$37,5 \pm 0,5$	455 ± 38	$380 \sim 440$
Azul	$40,5 \pm 0,5$	487 ± 38	$440 \sim 485$
Ciano	$43,0 \pm 0,5$	514 ± 38	$485 \sim 500$
Verde	$46,0 \pm 0,5$	545 ± 39	$500 \sim 565$
Amarelo	$50,0 \pm 0,5$	586 ± 25	$565 \sim 590$
Laranja	$54,0 \pm 0,5$	624 ± 26	$590 \sim 625$
Vermelho	$59,0 \pm 0,5$	671 ± 27	$625 \sim 740$

Como pode ser observado na tabela acima os valores encontrados estão dentro do chamado espectro visível (400~700nm). Além disso, comparando com os dados de Silva (2007) vemos que as três primeiras cores ficaram um pouco acima dos valores teóricos, mas considerando os erros experimentais. As quatro últimas dentro dos valores esperados. O que mostra que este aparato possui alguma precisão e pode ser usado para fins educacionais.

5. Considerações Finais

Com este trabalho mostramos a possibilidade de estudar o espectro visível da luz através do fenômeno da difração e de um aparato experimental de baixo custo que pode ser replicado pelos professores e estudantes de Física. Com o nosso aparato conseguimos encontrar valores de comprimento de onda para a faixa visível com valores que estão próximos dos encontrados na literatura. Percebemos que os estudantes se engajaram na proposta de construção do equipamento e na sua utilização, o que deixou a aula de laboratório um pouco mais dinâmica e investigativa, se comparada com uma prática com roteiros fechados. Sabemos que uma demanda deste tipo consome diversas aulas, mas isso é compensado pela alta profundidade em que o experimento e os conceitos são estudados.

6. Referências

- CATELLI, F. e LIBARDI, H. CDs como lentes difrativas - **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, 2307, 2010.
- CAVALCANTE, M. A. TAVOLARO, C. R. C e HAAG, R. Experiências em Física Moderna. **Revista Física na Escola**, v. 6, n. 1 p75-82, 2005.
- HALLIDAY, DAVID; RESNICK, ROBERT; WALKER, JEARL . **Fundamentos de Física - Óptica e Física Moderna**, v.4, 8ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- MURAMATSU, M. et al. **Experimentos, Oficinas e Demonstrações em Ótica**. Curso de Extensão IF-USP. São Paulo. 2008. Disponível em <http://genoma.ib.usp.br/sites/default/files/apostila_experimentos_oficinas_demonstracoes_em_optica.pdf> - Acesso em 13 set 2015.
- SILVA, M. F. F da. O significado de "cor" em física. **Revista Física na Escola**, v. 8, n. 1 p25-26, 2007.
- VALADARES, E. C. **Física mais que divertida**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002.