

IX SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA XXVII Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 08 de NOVEMBRO de 2024



Tema: "CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE: MÚLTIPLOS SABERES E FAZERES"

DIFRAÇÃO E INTERFERÊNCIA: DEMONSTRANDO A NATUREZA ONDULATÓRIA DA LUZ EM EXPERIMENTOS COM FENDAS E MATERIAIS COTIDIANOS

Rones Nunes dos Santos¹, Francisco Eduardo de Souza Filho²

Resumo: A interferência por difração é um fenômeno muito importante para o entendimento da natureza ondulatória da luz, assim como sua aplicabilidade traz resultados que contribuem para com o cotidiano. Trabalhar este tipo de interferência na prática também pode ser muito útil no processo de ensino-aprendizagem, pois ele faz uso de efeitos visuais bastante atrativos, o que pode atrair e motivar o aluno a compreender o fenômeno e relacionar a teoria e expressões matemáticas com a prática. Desta forma, este projeto tem como objetivo investigar e explicar a natureza ondulatória da luz, a partir de experimentos de interferência por difração, utilizando fendas circulares, fendas duplas e obstáculos de pequeno diâmetro, como o fio de cabelo. Com isto, é realizado diversos experimentos para verificar diferentes configurações de interferência. Para cada fenda e obstáculos deve ser realizados experimentos com diferentes situações para se obter variados padrões ao adicionar mais de uma fenda ou obstáculos. Além disto, os experimentos também devem trabalhar as relações das variáveis envolvidas com o padrão de interferência. É esperado que se tenha diferentes padrões de interferência ao colocar a luz para interagir com fendas circulares, fio de cabelo e gota de água. A partir destes experimentos pode-se verificar a natureza ondulatória da luz.

Palavras-chave: Difração. Interferência. Fenda. Luz

1. Introdução

Ao longo da história, a luz sempre atraiu a atenção das pessoas, seja a respeito da sua natureza, da sua propagação, do seu comportamento ao interagir com a matéria etc. Por volta dos séculos XVII e XVIII, duas teorias acerca da natureza da luz se confrontaram: a teoria corpuscular, onde tinha Isaac Newton como principal defensor e a teoria ondulatória, na qual se destacava os trabalhos de Christian Huygens, Thomas Young e Augustin Fresnel.

A teoria corpuscular da luz conseguia descrever bem os fenômenos relacionados a reflexão e refração da luz, porém não conseguia explicar por que a luz difratava e interferia, como foi demonstrado no experimento da dupla fenda, realizada por Thomas Young em 1801. Tal comportamento não poderia ocorrer com partículas, mas sim com ondas. Dessa forma, a teoria corpuscular foi invalidada após 100 anos de experiências malsucedidas.

1 Universidade Regional do Cariri, email: rones.nunes@urca.br

2 Universidade Regional do Cariri, email: Eduardo.sousa@urca.br

IX SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA XXVII Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 08 de NOVEMBRO de 2024



Tema: "CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE: MÚLTIPLOS SABERES E FAZERES"

A difração é um fenômeno que ocorre quando uma onda interage com um obstáculo. A onda vai contorná-lo, continuando sua propagação. Podemos observar essa capacidade da onda de contornar objetos quando é visto uma onda do mar passando por uma pedra ou quando uma pessoa atrás de uma parede grita e consegue ser escutada por um colega que está do outro lado.

A difração da luz também pode ser verificada de forma simples. Ela é observada mais fortemente em uma maior intensidade ao ser utilizado pequenos obstáculos ou fendas que tenha dimensões próximas ao comprimento da luz, como por exemplo: uma fenda circular feita por uma agulha com um pequeno diâmetro, um fio de cabelo, fenda dupla etc. Em todos esses casos é observado um padrão de franjas claras, seguidas de franjas escuras e assim sucessivamente, até que a intensidade das franjas luminosas seja imperceptível a olho nu.

Como a luz possui um comportamento ondulatório, é natural assumir que ela também possui características de uma onda como: comprimento de onda, frequência e amplitude. De fato, ela possui, mas além disso, ela também é descrita por uma equação de caráter oscilatório, por meio de senos e cossenos. Onde temos:

$$\vec{E} = E_o \text{sen}(k\vec{r} - \omega t)$$

Na qual,

\vec{E} : Campo elétrico

E_o : Amplitude da onda luminosa

k : Número de onda

ω : Frequência angular

Foi optado pelo uso do campo elétrico, pois ele é bem mais intenso e mais fácil de medir do que o campo magnético. O campo elétrico é mais intenso do que o magnético em uma escala de aproximadamente 10^8 vezes.

Podemos verificar o padrão de difração seguindo o seguinte caso:



IX SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA XXVII Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 08 de NOVEMBRO de 2024



Tema: "CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE: MÚLTIPLOS SABERES E FAZERES"

Para deduzir uma expressão para a intensidade da luz, é utilizada a equação mais geral possível para a luz:

$$E = \varepsilon \cdot e^{i(kr - \omega t)}$$

Onde, é desconsiderado o caráter vetorial do campo elétrico.

Ao realizar todos os cálculos necessários, é obtida a seguinte expressão para a intensidade da luz:

$$I = I_0 \left(\frac{\sin \frac{\Phi}{2}}{\frac{\Phi}{2}} \right)^2$$

Onde,

$$I_0 = E_0^2$$

$$E_0 = a\varepsilon \cdot e^{i(kr_0 - \omega t)}$$

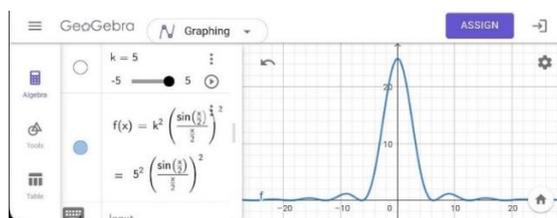
$$\Phi = ka \sin \theta$$

ε é uma constante com unidade $\frac{N}{C \cdot m}$

k: Número de onda

a: largura da fenda

Por último, pode ser traçado um gráfico para verificar o padrão de interferência de uma fenda. É obtido o seguinte gráfico:



Os resultados analítico e experimental coincidem, mostrando um padrão, onde se tem uma franja brilhante seguida de uma franja escura de intensidade zero. Esse padrão segue até que se tenha intensidade nula. Experimentalmente é observado o seguinte padrão:

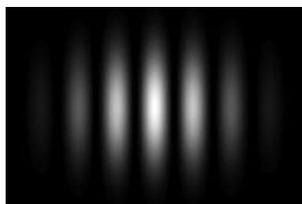
IX SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

XXVII Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 08 de NOVEMBRO de 2024



Tema: "CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE: MÚLTIPLOS SABERES E FAZERES"



2. Objetivo

Este projeto busca analisar e compreender a natureza ondulatória da luz e os princípios da interferência por difração. Desta forma, este trabalho é de caráter investigativo e explicativo, com o propósito de assimilar os fundamentos teóricos e diferentes configurações de fendas e fontes de luz que impactam diretamente no padrão de interferência.

Para que os objetivos gerais sejam alcançados, surgem objetivos específicos que contribuem para a compreensão da interferência por difração: Realizar vários experimentos, onde é analisado o padrão de interferência quando a luz interage com diferentes obstáculos; investigar o padrão de interferência ao variar alguns parâmetros como largura da fenda e distância da fenda para o anteparo; comparar os resultados obtidos com as previsões teóricas.

3. Metodologia

A pesquisa é realizada de forma experimental no laboratório didático de física experimental da Universidade Regional do Cariri – Urca. Os materiais para a realização dos experimentos são: cartolina preta, tesoura, agulha, fio de cabelo, laser, seringa e água.

Durante a pesquisa, são realizados diversos experimentos, onde o laser é colocado para interagir com um fio de cabelo, com uma fenda circular, com fendas duplas, uma grade de difração e películas finas. A realização dos experimentos deve ser feita em um ambiente escuro, para que o fenômeno possa ser observado com clareza.

Para a realização do experimento com o fio de cabelo, se fez necessário o auxílio de um suporte para manter o fio em uma posição fixa. Em seguida o laser é direcionado para que a luz passe pelo fio de cabelo. O mesmo experimento é realizado com dois e posteriormente com mais cabelos. Já para os experimentos com a fenda circular é utilizado uma folha de cartolina preta (ou similares) e uma agulha para fazer um furo na folha. Deve-se prestar atenção se o furo está perfeitamente circular. Os experimentos também são feitos com mais de uma fenda. Por último, é realizado o experimento de interferência quando a luz passa por uma gota d'água. É utilizado uma seringa sem agulha e em seguida é inserido água na seringa e é pressionado o êmbolo lentamente e com o

IX SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

XXVII Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 08 de NOVEMBRO de 2024



Tema: "CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMBIENTE: MÚLTIPLOS SABERES E FAZERES"

máximo de precisão possível, de modo que uma gota de água fique exposta no bico do equipamento.

4. Resultados esperados

Os experimentos devem demonstrar na prática o caráter ondulatório da luz, onde deve ser colocado uma luz monocromática para interagir com obstáculos e fendas, na qual se espera que seja formado um padrão de interferência, onde parte interfere destrutivamente e parte interfere construtivamente, formando um padrão de franjas claras e escuras. Também vale destacar que a interferência não ocorre apenas no anteparo, mas ela vai ocorrendo ao longo de todo o espaço que vai da fenda até o ponto onde a luz está sendo projetada, com posições fixas que interferem construtivamente e destrutivamente.

A qualidade da interferência também deve ser verificada, ao variar a distância da fenda até o anteparo. Se espera que quanto menor a distância, menos será perceptível o efeito da difração e interferência. Logo, quanto maior a distância, mais paralelo será o caminho da luz traçado por diferentes pontos da fenda. Por consequência, o efeito da interferência por difração será muito mais notório.

Outro resultado que se espera é em relação ao padrão de interferência formado quando a luz passa por diferentes fendas e obstáculos ou quando é aumentada a quantidade deles. Quando a luz passa por uma fenda circular é esperado que se forme franjas claras e escuras circulares. Já quando passa por um fio de cabelo, as franjas serão dispostas na horizontal.

5. Conclusão

Os experimentos realizados neste projeto confirmam as previsões teóricas a respeito da interferência por difração e a natureza ondulatória da luz. Desta forma, pode-se destacar a importância da difração e interferência para a compreensão da luz e ondas, onde os vários experimentos podem demonstrar como a luz interage ao passar por objetos e fendas.

Além da confirmação teórica e entendimento sobre a natureza ondulatória da luz, também pode destacar a beleza e complexidade deste estudo, onde, os fenômenos observados não é intuitivo aos olhos leigos de quem não tem contato com esta área da física. Desta forma, este estudo pode ser uma excelente ferramenta didática para a compreensão da luz e propriedades de ondas e da óptica, de modo a atrair a atenção e desenvolver um interesse por parte dos estudantes, promovendo uma aprendizagem significativa na vida deles, associada a uma relevância prática, onde o fenômeno tem aplicações tecnológicas, como a tecnologia de lasers e instrumentos ópticos.