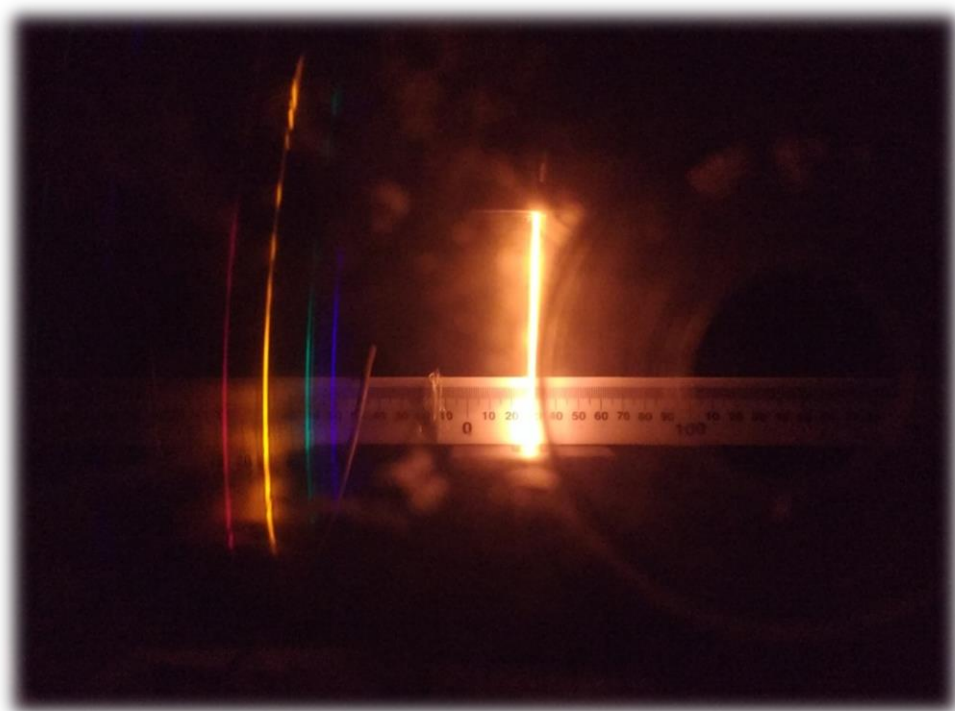




SEQUÊNCIA DIDÁTICA: ESPECTROSCOPIA E SUAS RELAÇÕES COM O COTIDIANO

Autor: Marcelo Klipton Do O Teixeira Santos

Orientador: Prof. Dr. João Furtado de Souza

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ -
UFPA NO CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL DE ENSINO DE FÍSICA
(MNPEF)**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA: ESPECTROSCOPIA E SUAS RELAÇÕES COM O
COTIDIANO**

**Belém-Pará
2020**

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 Contexto Histórico	5
2.2 Espectroscopia na Astronomia	6
2.3 A Luz Como Uma Onda	9
2.4 Difração e o experimento de Thomas Young	10
2.5 Rede de Difração	13
3. Sequencia Didática	14
QUESTIONÁRIO AVALIATIVO - EXPERIMENTO REDE DE DIFRAÇÃO.	19

1. INTRODUÇÃO

O aluno ao longo da sua trajetória educacional, desenvolve sua estrutura cognitiva a partir de percepções e experiências desenvolvidas dentro e fora da sala de aula. É de fundamental importância, para que a aprendizagem seja significativa, conhecer esta estrutura cognitiva para que se possa traçar uma estratégia educacional de modo que, o que venha ser desenvolvido em sala seja relevante ao seu desenvolvimento e reestruture a sua cognição de acordo com o conhecimento científico, provocando o seu letramento científico.

Neste material serão trabalhados conceitos relacionados a espectroscopia das ondas eletromagnéticas, com abordagem histórica, vídeos relacionados com a astrofísica, experimentos e teste antes e depois a Sequência Didática, de modo a analisar, não só qualitativamente mas quantitativamente a aprendizagem do aluno, baseado na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, e com uma abordagem na Teoria da Carga Cognitiva.

Este produto educacional apresenta uma Sequência Didática baseada principalmente na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel, dividida em 12 aulas. Com objetivo de fazer o estudo das ondas eletromagnéticas, apresentado através de uma sequência didática, culminando com uma experiência sobre espectroscopia, usando para isso uma rede de difração feita com CD de 700 MB e lâmpadas fluorescente, de gás sódio e mercúrio. Na dissertação está apresentado como construir a rede de difração com CD, de como tirar a película refletora, assim de como obter os dados da rede de difração.

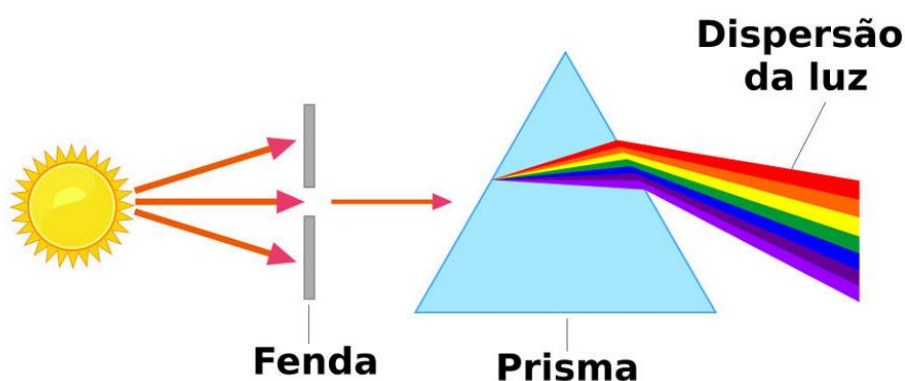
O produto foi aplicado em uma turma de 8º ano do Ensino Fundamental, por isso a importância de se produzir uma Sequência Didática, de modo que não sobrecarregue a memória de trabalho do aluno, proporcionando no final uma aprendizagem significativa, modificando ao longo da sequência a estrutura cognitiva.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Contexto Histórico

Quando a luz do sol passa por um prisma, ela se decompõe em várias cores entre elas as cores do arco-íris, quando Newton fez isso por volta de 1665 (ver figura -1), mostrou que a luz branca é formada por um conjunto de radiações contínuas com diferentes frequências (ou comprimento de onda), sendo este fenômeno ondulatório chamado de refração.

Figura 1: Dispersão da luz ao passar por um prisma



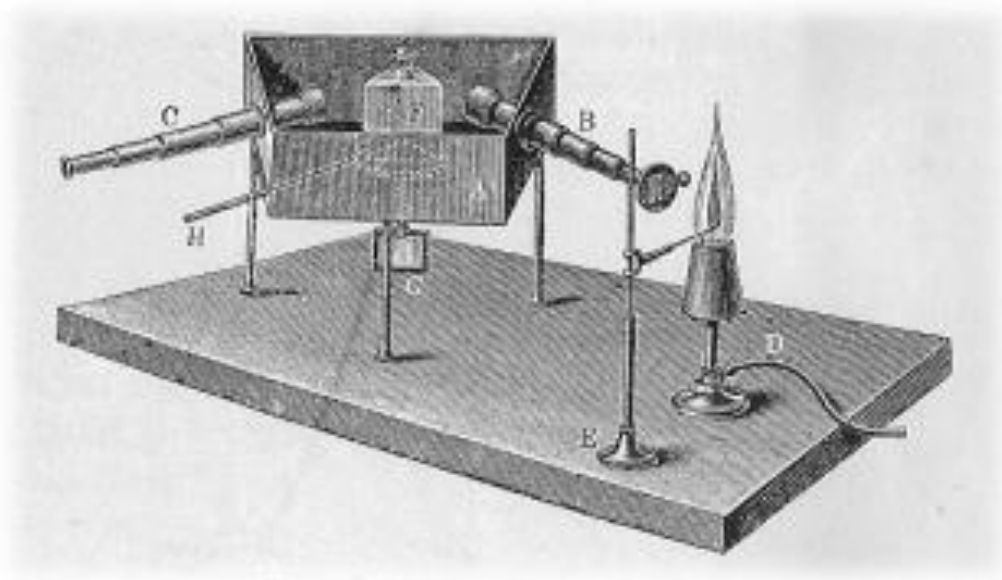
Fonte: Brasil Escola, 2020.

Em 1802 houve um maior interesse pela espectroscopia, pois o físico inglês William Hyde Wollaston descobriu que o espectro solar possuía linhas escuras, 20 anos mais tarde Joseph Fraunhofer de forma independente também descobriu as linhas escuras do espectro solar. Fraunhofer era um construtor de instrumentos ópticos, ele usava essas linhas como referência de comprimentos de onda, para determinar o índice de refração dos vidros que utilizava para confeccionar prismas e lentes. Portanto ele observou que um outro fenômeno ondulatório, a difração, poderia ser utilizada para obter uma definição maior das linhas espectrais, na qual é chamada hoje de Rede de Difração ou Grade de Difração.

Em meados do século XIX, com Robert Bunsen e Gustav Kirchhoff, foi construído o primeiro espectroscópio (Figura 2) e com isso determinaram que cada elemento químico possui linhas espectrais bem definidas, como se fosse impressões digitais do elemento. No final do século XIX, foi construída a primeira máquina para

produzir rede de difração, com 4700 fendas/mm. Assim a espectroscopia óptica se estabelecia como uma técnica para determinação da composição química das substâncias.

Figura 2: Espectroscópio de Bunsen e Kirchhoff.



Fonte: Portal cognoscere, 2011.

E assim, após certo tempo, ficaram conhecidos os espectros de praticamente todos os elementos químicos. Com isso iniciou-se o estudo de objetos astronômicos a partir do padrão característico das linhas espectrais das mesmas. Logo, percebemos que a espectroscopia tem inúmeras aplicações, sendo destacada a grande importância para o estudo da astronomia.

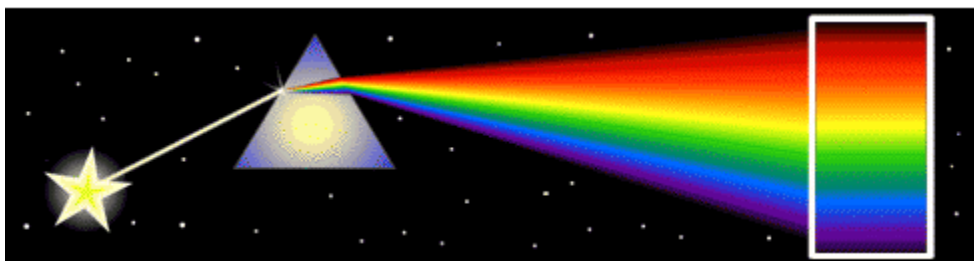
2.2 Espectroscopia na Astronomia

A espectroscopia consiste na análise do espectro da luz, emitida por um objeto, o espectro pode ser obtido quando ocorre a difração da luz ao passar por um prisma ou rede de difração. Uma rede de difração é um conjunto de fendas da ordem de centenas de fendas por milímetro, utilizado para separar uma onda em suas componentes, a rede de difração separa as cores por meio da interferência luminosa. O espectroscópio é aparato experimental que separa a luz em suas componentes na forma de linhas espectrais, permitindo sua simples visualização.

Na astronomia, utilizando a espectroscopia pode-se detectar e analisar o espectro de uma estrela, e a partir dessa análise os astrônomos podem identificar praticamente

todas as propriedades físicas dessa estrela como: temperatura, massa, luminosidade e composição química. Este método é utilizado devido à impossibilidade de termos contato direto com as estrelas.

Figura3: Ilustração do espectro de uma estrela .

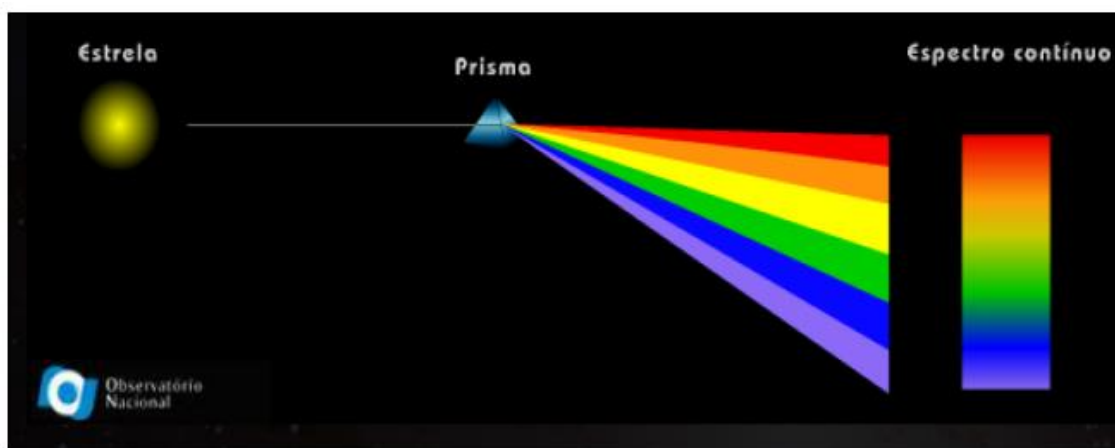


Fonte: FILHO, K. S. O.; SARAIVA, M. F. O., 2018.

Após criar o primeiro espectroscópio com Bunsen, Kirchhoff continuou suas experiências estudando o espectro de alguns elementos químicos e do Sol, e a partir dessas experiências Kirchhoff desenvolveu as três leis da espectroscopia, sendo elas as seguintes:

Primeira Lei de Kirchhoff: Um corpo opaco quente (sólido ou fluido muito denso) produz um espectro contínuo, ou seja, têm todos os comprimentos de onda (figura 4) um arco-íris, por exemplo.

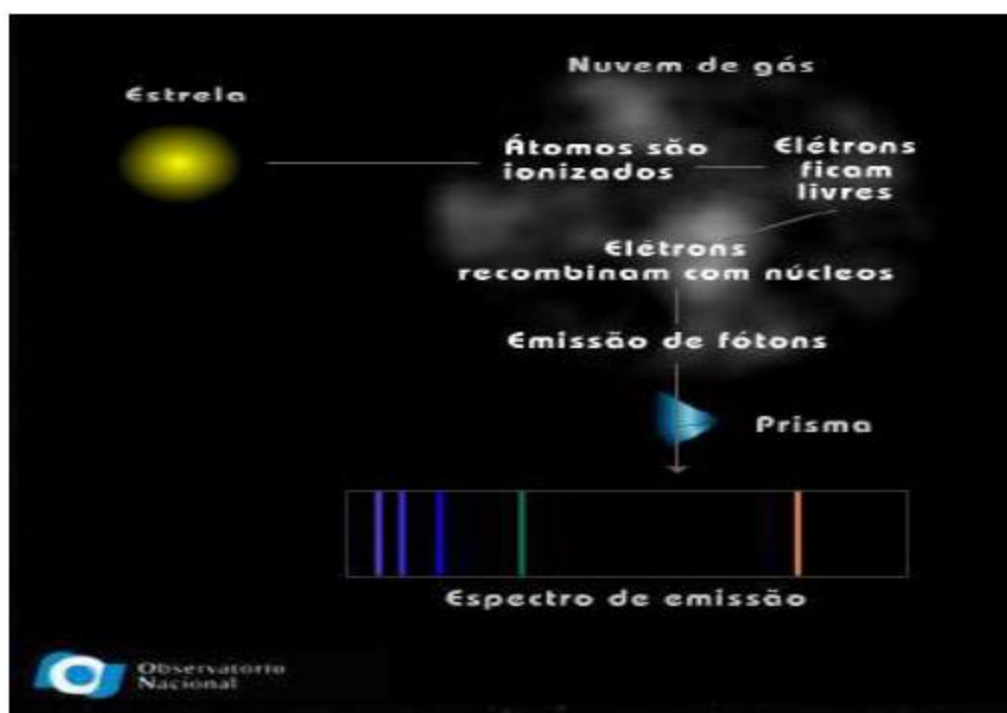
Figura 1: Espectro contínuo.



Fonte: MACHADO, T. L. D.; CORRÊA, H. P. S., 2016.

Segunda Lei de Kirchhoff: Um gás quente transparente e de baixa densidade, produz um espectro de linhas brilhantes também chamadas de linhas de emissão. Nesse espectro apenas alguns comprimentos de onda estão presentes (figura 5). O número de linhas e as cores dependem de quais elementos estão presentes no gás.

Figura 5: Espectro de Emissão.



Fonte: MACHADO, T. L. D.; CORRÊA, H. P. S., 2016.

Terceira Lei de Kirchhoff: Se um gás transparente e frio está em frente a um corpo opaco e quente o gás mais frio produz um espectro de linhas escuras, chamadas de linhas de absorção, no espectro contínuo (figura 6). Quanto às cores e o número de linhas de absorção dependem dos elementos presentes no gás frio.

Figura 6: Espectro de absorção.



Fonte: MACHADO, T. L. D.; CORRÊA, H. P. S., 2016.

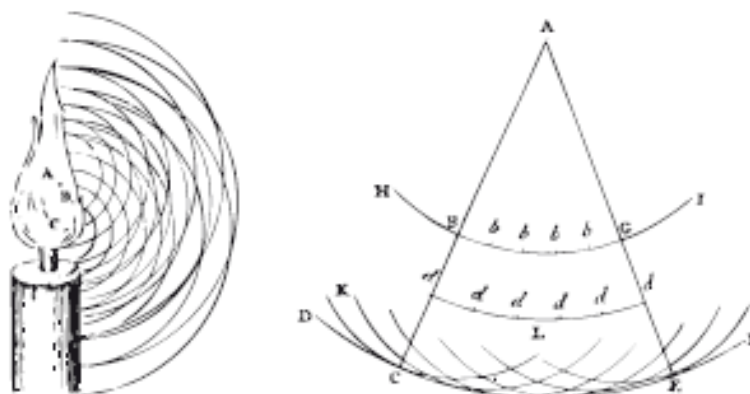
Estrelas emitem um espectro contínuo com linhas de absorção. O espectro contínuo é formado em sua superfície, as linhas de absorção são formadas em sua atmosfera situada acima da superfície. A presença das linhas de absorção depende dos elementos presentes na atmosfera da estrela e de sua temperatura.

2.3 A Luz Como Uma Onda

Pro volta de 1678, o físico holandês Christian Huygens, foi o primeiro a apresentar uma teoria ondulatória para a luz, utilizando a geometria para prever, a partir da posição atual, a posição futura de uma dada frente de onda, como retrata a figura 7, desenhos retirados da obra *Tratado sobre a Luz*. Essa ideia ficou conhecida como o Princípio de Huygens, que diz:

“Cada ponto de uma frente de onda qualquer pode ser considerado como uma fonte de pequenas ondas secundárias, que dali se espalham divergindo em todas as direções com um mesmo valor de velocidade de propagação.”

Figura 7: Princípio de Huygens.

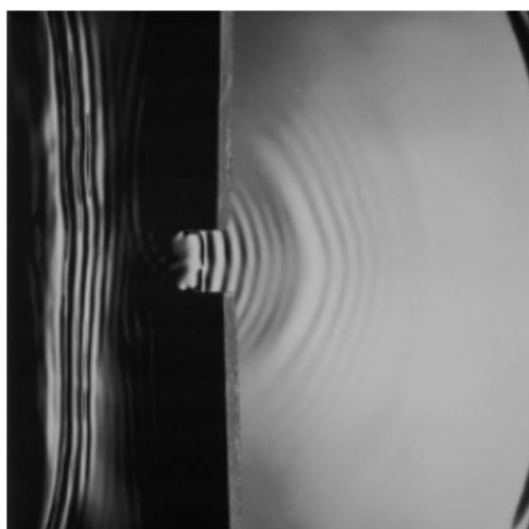


Fonte: Física Conceitual, 2015.

2.4 Difração e o experimento de Thomas Young

É quando uma onda encontra um obstáculo, cujas suas dimensões sejam da mesma ordem de grandeza do seu comprimento de onda (λ), que resulta em um encurvamento dos raios luminosos ao passarem pela borda do objeto. A difração ocorre com todo tipo de onda, não somente com as luminosas, ou eletromagnéticas, como mostra a figura 8, representa a difração de uma onda na superfície de um tanque com água.

Figura 8: Difração de ondas na água de um tanque.

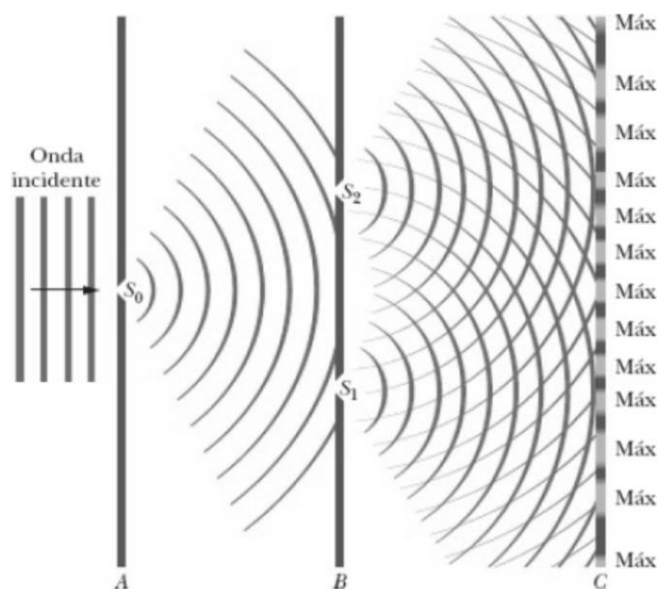


Fonte: Fundamentos da Física, Volume 4, 2016

Thomas Young, em 1801, provou que a luz é uma onda, demonstrando experimentalmente sofre processos de interferência, característica de ondas sonoras por exemplo.

O experimento feito por Young, conhecido hoje como experimento da fenda dupla, Figura 9, configura em uma luz monocromática passar por um anteparo A, onde possui uma fenda S_0 , sofrendo difração a luz. Logo em seguida, essa luz difratada no primeiro anteparo, encontra o anteparo B, onde possui duas fendas S_1 e S_2 , sofrendo assim uma nova difração, em cada fenda, interferindo uma com a outra. Por fim temos um anteparo C, onde é visto padrões de franjas claras e escuras, características de interferências construtivas e destrutivas.

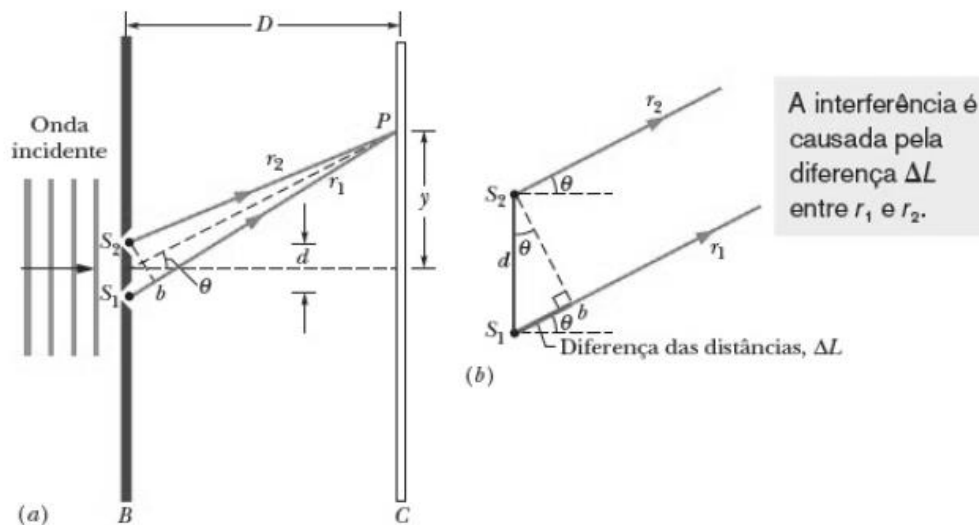
Figura 9: Experimento de Young, 1801.



Fonte: Fundamentos da Física, Volume 4, 2016

Através do experimento de Young, dupla fenda, podemos determinar a posição das franjas formadas. A figura 10 mostra o arranjo para a determinação, onde Θ é o ângulo formado entre o eixo central e a reta que liga ao ponto P, onde P representa o encontro entre os raios r_1 e r_2 .

Figura 10: Determinação da diferença de distancia entre as fendas.



Fonte: Fundamentos da Física, Volume 4, 2016

A diferença de fase se dá pela diferença de percurso ΔL entre as duas ondas. Se ΔL for zero ou múltiplo inteiro de λ , a interferência é construtiva, franjas claras, mas caso ΔL seja um numero impar de $\lambda/2$, a interferência será destrutiva, franjas escuras.

Considerando que a distância D , entre os anteparos B e C , seja muito maior que a distância d , entre as fendas S_1 e S_2 , temos que a diferença de percurso ΔL é:

$$\Delta L = d \cdot \sin \theta \quad \text{equação (1)}$$

Na interferência construtiva temos:

$$\Delta L = m \cdot \lambda \quad \text{equação (2)}$$

Onde $m = 0, 1, 2, 3, \dots$

Igualando a equação (1) com a equação (2), temos que

$$d \cdot \sin \theta = m \cdot \lambda \quad \text{equação (3)}$$

Na interferência destrutiva temos:

$$\Delta L = n \cdot \frac{\lambda}{2} \quad \text{equação (4)}$$

Onde $n = 1, 3, 5, \dots$

Assim obteremos que

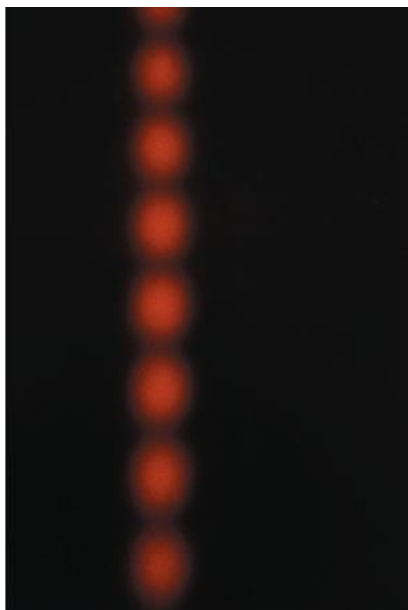
$$d \cdot \sin \theta = n \cdot \frac{\lambda}{2} \quad \text{equação (5)}$$

2.5 Rede de Difração

As redes de difração são bastantes usadas para medir comprimento de onda e análise de estrutura dos espectros atômicos, como utilizados para a determinação elementos em uma estrela por exemplo. As redes são confeccionadas abrindo-se ranhuras paralelas e igualmente espaçadas em uma placa de vidra ou acrílico.

Estas ranhuras, mudam a espessura da lente de modo alternado, produzindo uma variação periódica de fase no feixe de luz que atravessa. A rede de difração é constituída de múltiplas fendas (N), bem próximas e equidistantes, pois, quando um feixe de luz monocromático, de comprimento de onda λ , atravessa a rede verifica-se no anteparo a formação de uma sequencia de pontos, como mostrado na figura 11.

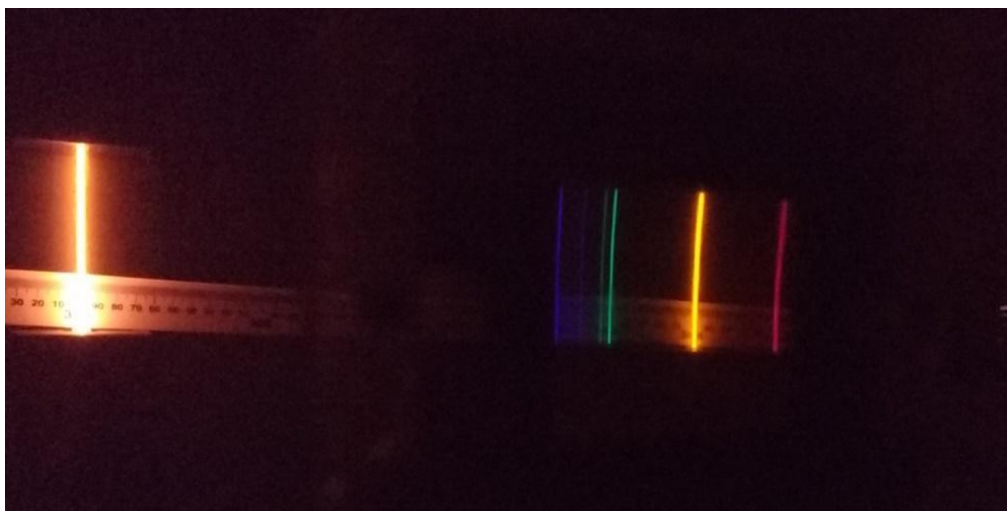
Figura 11: Laser vermelho atravessando uma rede de difração.



Fonte: Fundamentos da Física, Volume 4, 2016

Quando um feixe de luz policromática incide na rede perpendicularmente, esta luz irá se decompor em raias espectrais, em cores, que ocuparão uma posição específica, possibilitando a determinação da composição atômica da substância analisada, como mostrado na foto 1.

Foto 12: Lâmpada de hélio com a rede de 1000/mm.



Fonte: KLIPTON, Marcelo, 2018.

3. Sequencia Didática

3.1 Atividade 1 (1 aula): Aplicação do pré-teste para a determinação dos conhecimentos prévios.

Para iniciar esta atividade deverá ser apresentado a turma, para responder de forma individual, o questionário entregue pelo Docente, para que se possa avaliar os conhecimentos prévios dos alunos. Os discentes terão tempo, até o final da aula, para responder os questionários, quando, então, deverão devolver ao professor.

Questionário:

- 1 – O que a optica estuda?
- 2 - Quais são os fenômenos óticos? Se souber, explique cada um deles.
- 3 - O que é a experiência de Young, ou experiência da fenda dupla?
- 4 - Como sabemos a temperatura do Sol, ou das estrelas em geral?
- 5 - Você sabe como é determinada a composição química das estrelas?
- 6 - O que é o estudo da espectroscopia óptica?
- 7 - O que é uma rede de difração?

3.2 Atividade 2 (1 Aula): Organizadores prévios: Experimentos com laser.

Problemas iniciais através de demonstrações experimentais, deverá ser feita pelo professor e pelos próprios educandos, na qual os alunos deverão observar e anotar suas impressões, para posteriormente socializar com a turma suas observações.

1ª situação-problema: laser e um espelho;

2ª situação-problema: laser incidindo em um copo com água;

3ª situação-problema: laser incidindo perpendicularmente em uma folha de papel e depois incidindo em um fio de cabelo.

4ª Situação-problema: vendo a trajetória da luz com um laser e borrifador de água.

3.3 Atividade 3 (1 Aula): Aula expositiva e dialogada sobre introdução a óptica.

Nesta etapa o professor irá apresentar os conceitos, através de uma aula expositiva e dialogada, sobre os fenômenos abordados nos experimentos da atividade anterior como reflexão, refração, difração e interferência, apresentando aspectos relacionados ao cotidiano do aluno.

3.4 Atividade 4 (1 Aula): Documentário: introdução a investigação astronômica.

Será passado um documentário da Tv novo Tempo, série Origens (figura 13), sobre astronomia.

Figura 13: Origens: Introdução a investigação astronômica, episódio 1. Serie exibida no Youtube, pela Tv novo Tempo.



Fonte: <<https://www.youtube.com/watch?v=gV0AF8xYoFM>>, 2019.

Através do documentário: introdução a investigação astronômica, episódio 1 (Tv novo Tempo, série Origens), mostrará a importância do estudo da espectroscopia para a Astronomia. Depois da apresentação, deve ser aberto uma pequena discussão sobre o vídeo, relacionando-o com os conceitos já abordados.

3.5 Atividade 5 (1 Aulas): Divisão da turma em equipes e orientação sobre os temas.

Nesta etapa a turma será dividida em grupos de 4 a 5 alunos. Os grupos deverão realizar uma pesquisas, referentes aos temas sorteados para cada grupo. O docente deverá orientar a turma para a que pesquisa seja feita mediante os seguintes critérios: escrito com introdução, desenvolvimento, conclusão e bibliografia. Portanto, também cada equipe apresentará para turma seus respectivos temas. Cada grupo terá 15 minutos de apresentação.

Os temas escolhidos para apresentação e sorteio, são:

- 1 – Joseph Fraunhofer;
- 2 – Gustav Kirchhoff;
- 3 – Espectroscopia optica;
- 4 – Thomas Young;
- 5 – Experiencia fenda dupla;
- 6 – Astrofisica;
- 7 – espectro eletromagnético – radiação não – ionizante;
- 8 – espectro eletromagnético – radiação ionizante.

3.6 Atividade 6 (3 Aulas): Apresentação dos trabalhos

Este encontro de apresentações de trabalhos, será dividido em três aulas, onde os alunos poderão usar o data show, quadro, cartaz, exposição oral, experimento, expondo assim suas pesquisas e conclusões para a turma. No final de cada apresentação deverá ser destinado um tempo para a discussão do tema abordado, para possíveis dúvidas da turma, na qual o professor possa intermediar.

3.7 Atividade 7 (2 Aulas): Aula expositiva e dialogada, reunindo as coletâneas desenvolvido pelos alunos.

O professor realizará sua aula expositiva, reunindo a coletânea dos materiais desenvolvidos pelos próprios alunos, durante suas apresentações, se necessário acrescentar algo que esteja faltando para a realização da aula, tirando as dúvidas que ficaram na aula anterior e que não foram respondidas de maneira satisfatória pelas equipes. Sempre dialogando com o conhecimento desenvolvido pela turma nas atividades anteriores. Mostrando o Espectro Eletromagnético e suas relações com o cotidiano.

3.8 Atividade 8 (1 Aula): Documentário: O que é o universo. (Tv novo Tempo, série Origens)

Nesta etapa, o professor passará uma sequência do documentário anterior, o episódio 2: O que é o universo, da série origens.
<https://www.youtube.com/watch?v=IGzD4PKH50E&t=2s>

3.9 Atividade 9 (1 Aula): Experimento utilizando a rede de difração.

O professor levará os alunos para o laboratório da escola, ou em sala de aula e disponibilizará de um kit sobre o experimento de rede de difração, este kit contém um cd (já cortada em forma retangular e sem parte refletora, foto 2), e três lâmpadas uma de mercúrio, uma de sódio e uma incandescente, esta usada em casa. A ideia é que o professor apresente o kit e os alunos respondam a um questionário avaliativo de 3 perguntas.

Foto 1: kit de espectroscopia.



Fonte: KLIPTON, Marcelo, 2019.

QUESTIONÁRIO AVALIATIVO - EXPERIMENTO REDE DE DIFRÇÃO**Questão 01**

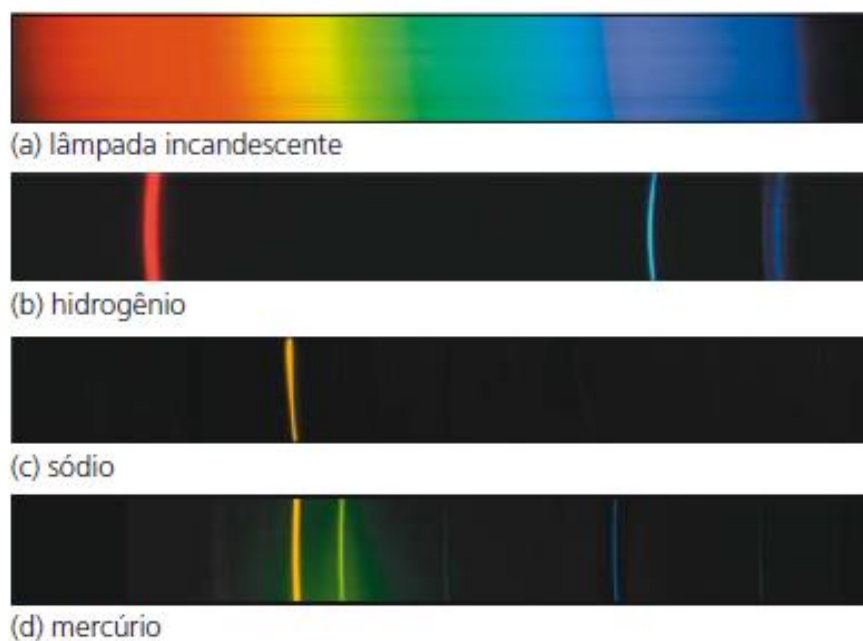
O experimento realizado, mostra três tipos de lâmpadas, Lâmpada 1 (L1), Lâmpada 2 (L2) e Lâmpada 3 (L3) compostas por gases diferentes. De acordo com a figura abaixo, identifique que tipo de gases que são constituídas as lâmpadas, respectivamente.

Lâmpada 1 (L1) : _____

Lâmpada 2 (L2) : _____

Lâmpada 3 (L3) : _____

Figura 2: Espectros das lâmpadas.



Fonte: Física Conceitual, 2015.

Questão 02

De acordo com os documentários visto e debatidos em sala de aula, Origens, episódio 1: Introdução à investigação Astronômica e episódio 2: O que é o universo. No que a Espectroscopia pode ser usada como técnica? Explique.

Questão 03

Qual ou quais fenômeno(s) ondulatório envolvido no experimento? Explique, através da linguagem verbal e não-verbal.

AVALIAÇÃO

A avaliação será somativa, através de observações do desenvolvimento dos alunos nas etapas, através da captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema. A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase é em evidências, não em comportamentos finais.