



**PLATAFORMAS DIDATICAS DE APRENDIZAGEM: DO LABORATORIO
FÍSICO PARA O VIRTUAL**

Adenilson Avelino Franco

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Acre, no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção de título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:
Prof.º Dr. Jorge Luis Lopez Aguilar

Rio Branco, Acre

Julho, 2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Orientando: Adenilson Avelino Franco

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luis López Aguilar

MATERIAL DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA

julho de 2023

Adenilson Avelino Franco

AO ALUNO

Este caderno guia contém uma série de roteiros de atividades experimentais e perguntas na qual são abordadas aplicações práticas e simuladas. O aluno auxiliado pelo professor, irá montar e fazer a demonstração experimental usando um smartphone com a explicação dos fenômenos relacionados a física e fará uma comparação dos dados com o programa de simulação e análise de dados.

Na vida como aluno na escola espera uma aprendizagem que tenha real sentido em nosso cotidiano, e esta ferramenta visa auxiliar esse processo, partindo do pressuposto de uma aprendizagem significativa e coletiva, tendo a oportunidade de relacionar um conhecimento prévio de um fenômeno com um conhecimento científico a partir de uma atividade experimental.

Se espera que o material possa contribuir significativamente na compreensão física dos fenômenos que são abordados no presente caderno.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aqui ao meu orientador, Professor Dr. Jorge Luis López Aguilar, por toda a sua atenção e apoio que me deu nessa trajetória de mestrando, sempre esteve presente quando precisei e sempre foi solícito.

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	7
2. ROTEIROS EXPERIMENTAIS.....	9
2.1 <i>Proposta de utilização dos roteiros.....</i>	9
3. EXPERIMENTO 1: PÊNULO SIMPLES.....	10
3.1 <i>Introdução.....</i>	10
2.1 <i>Objetivo.....</i>	11
2.2 <i>Material Utilizado.....</i>	12
2.3 <i>Montagem do experimento.....</i>	12
2.4 <i>Procedimentos.....</i>	12
3. EXPERIMENTO 2: SISTEMA MASSA-MOLA.....	14
3.1 <i>Introdução.....</i>	14
3.2 <i>Objetivo.....</i>	15
3.3 <i>Materiais.....</i>	15
3.4 <i>Montagem experimental.....</i>	15
3.5 <i>Procedimento.....</i>	16
4. EXPERIMENTO 3: INTERFERÊNCIA DA LUZ.....	18
4.1 <i>Introdução.....</i>	18
4.2 <i>Objetivo.....</i>	19
4.3 <i>Materiais E Programas Utilizados.....</i>	19
4.4 <i>Montagem Experimental.....</i>	20
4.5 <i>Procedimento Experimental.....</i>	20
5. EXPERIMENTO 4: ILUMINÂNCIA.....	22
5.1 <i>Introdução.....</i>	22
5.2 <i>Objetivos.....</i>	23
5.3 <i>Materiais Utilizado.....</i>	23
5.4 <i>Montagem experimental.....</i>	23

5.5 <i>Procedimentos</i>	25
6 REFERÊNCIAS	26

1. APRESENTAÇÃO

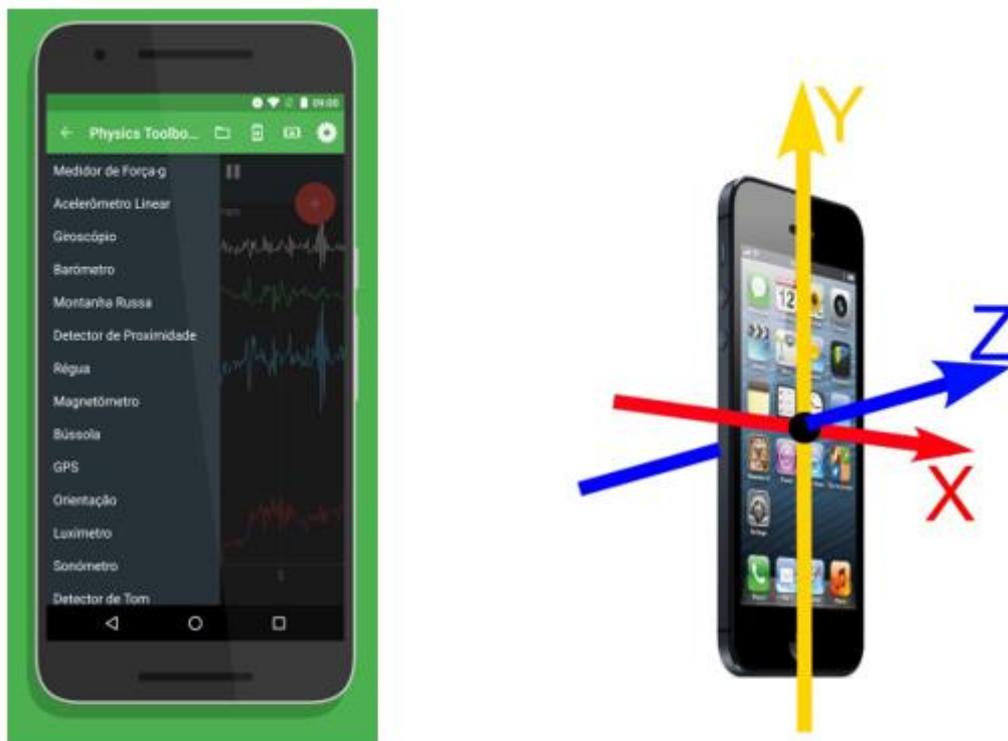
Este material de apoio é formado por um produto educacional elaborado a partir de uma pesquisa do Mestrado Profissional Nacional em Ensino de Física, com a finalidade de proporcionar uma ferramenta metodológica de ensino experimental baseada numa sequência didática aos professores da rede pública de ensino.

O material relaciona atividades práticas utilizando plataformas didáticas de ensino composto por aplicativos de celular e programas de simulação e de análise na qual a metodologia utilizada segue as teorias de Aprendizagem Significativa de Ausubel. As atividades experimentais constituídas por roteiros nos quais mostra a realização de quatro práticas de diversos conteúdos desde mecânica a onda eletromagnética.

O Produto visa contribuir com o ensino prático aplicando uma sequência didática experimental possibilitando que o docente tenha mais uma ferramenta pedagógica ao seu favor que almeja despertar o interesse dos alunos quanto à disciplina de física e venha contribuir no processo educacional de ensino aprendizagem nos conteúdos de pêndulo simples, sistema massa-mola, interferência da luz e iluminância.

Aplicação de Plataformas de Aprendizagem no Ensino de Física

Figura 11. Ilustração dos aplicativos Physics Toolbox Sensor Suite e Phyphox



Fonte: Physics Toolbox Sensor Suite e Phyphox

2. ROTEIROS EXPERIMENTAIS

2.1 Proposta de utilização dos roteiros

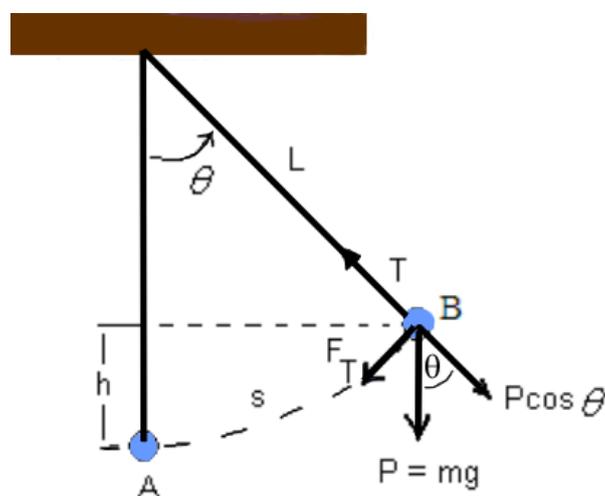
Como sugestão, deve-se utilizar as técnicas de obtenção, tratamento e análise dos dados dos experimentos da prática laboratorial de Física, embora seja virtual, todos os passos adotados para as aquisições de dados seguem o mesmo princípio de um laboratório físico experimental, bem como a apresentação de resultados na forma de relatório. Com isso, pretende-se que os estudantes adquiram e desenvolvam atitudes corretas frente a um problema experimental, dando-lhe ênfase a utilização de instrumentos de medida, cuidado na aquisição de dados, atenção para a incerteza nas medições, métodos de tratamento numérico de dados e apresentação final dos resultados. O computador/notebook e smartphone é parte integrante do laboratório e é sempre utilizado na construção e análise de dados e gráficos.

3. EXPERIMENTO 1: PÊNDULO SIMPLES

3.1 Introdução

O pêndulo simples é um dos conceitos fundamentais da física, descrevendo o comportamento de pêndulo idealizado de um sistema composto por uma massa puntiforme presa a um fio inextensível e sem massa. Esse sistema é amplamente estudado devido à sua simplicidade e aplicação em diversas áreas da ciência e engenharia. Principais conceitos da teoria do pêndulo simples: 1- Amplitude (θ): A amplitude é o ângulo máximo de desvio do pêndulo em relação à sua posição de equilíbrio. Quando o pêndulo é perturbado a partir da posição de equilíbrio, ele oscilará de um lado para o outro em torno dessa posição, atingindo uma amplitude máxima em cada extremidade. 2 - Período (T): é o tempo necessário para que ele complete uma oscilação completa, indo da posição inicial até a posição final e voltando para a posição inicial. É uma grandeza fundamental que depende do comprimento do pêndulo (L) e da medição da gravidade (g) no local onde o pêndulo está sendo utilizado. O período (T) é medido em segundos (s), o comprimento (L) do pêndulo é medido em metros (m) e a medição da gravidade (g) é medida em metros por segundo ao quadrado (m/s^2). O período do pêndulo é independente da massa (ou objeto) pendurado na extremidade do fio. Isso significa que pêndulos com diferentes massas, mas com o mesmo comprimento e sob a mesma força gravitacional, terão o mesmo período. No pêndulo simples (Fig. 2), definido como um sistema no qual um corpo de massa m é suspenso de um ponto O por um fio de massa desprezível e comprimento L a força restauradora é a força tangencial $F_T = -P \cdot \text{sen} \theta$

Figura 2. Sistema de um pêndulo simples



Fonte: google sites.

Da segunda lei de Newton na forma escalar: $F = ma$ e para a força tangencial

$$F_T = ma_T = -P \cdot \text{sen}\theta \quad (1)$$

A aceleração angular (a_θ) está relacionada com a aceleração tangencial (a_T) por:

$$a_T = La_\theta \quad (2)$$

Na qual L é o comprimento da corda

$$F_T = mLa_\theta = -P \cdot \text{sen}\theta \quad (3)$$

Como $P = mg$

$$F_T = mLa_\theta = -mg \cdot \text{sen}\theta \quad (4)$$

$$La_\theta = -g \cdot \text{sen}\theta \quad (5)$$

$$a_\theta + \frac{g}{L} \cdot \text{sen}\theta = 0 \quad (6)$$

Para pequenos ângulos $\theta \approx \text{sen}\theta$

A equação de movimento do pêndulo é dada por:

$$a_\theta + \frac{g}{L} \cdot \theta = 0 \quad (7)$$

Como o pêndulo oscila com uma frequência ω e período T , há uma relação dela com o comprimento da corda L e a aceleração da gravidade g de tal forma que

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} \quad (8)$$

Como $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{L}} \quad (9)$$

Com essa expressão podemos calcular a aceleração da gravidade

$$g = \frac{4\pi^2 L}{T^2} \quad (10)$$

A oscilação do pêndulo por uma trajetória pode ser expressa por:

$$\theta(t) = \theta_o \text{sen}(\omega t + \phi) \quad (11)$$

2.1 Objetivo

Determinar a relação entre o comprimento do pêndulo e o período de oscilação e plotar um gráfico com os dados obtidos.

2.2 Material Utilizado

- Massas diversas;
- Fio (barbante);
- Cronômetro;
- Régua;
- PhET, Phyphox ou Tracker;

2.3 Montagem do experimento

Na figura 3 observamos a montagem experimental caseira para a experiência de um pêndulo simples.

Figura 3. Montagem caseira de um pêndulo simples



Fonte: próprio autor

2.4 Procedimentos

- a) Fixe o pêndulo em um ponto alto e deixe-o em repouso.
- b) Solte o pêndulo de um ângulo pequeno e cronometre o tempo que ele leva para completar uma oscilação completa.
- c) Repita o procedimento para diferentes comprimentos de corda (L) com uma massa (m) fixa, meça o tempo para cada oscilação e anote na tabela, depois calcule a aceleração da gravidade (g), utilizando a equação 10.

Tabela 1. Comprimento (L), período (T) e aceleração (g).

Comprimento – L	Massa – g	T (s)	g (m/s ²)
L1 =			
L2 =			
L3 =			
L4 =			
L5 =			

Fonte: próprio autor

- d) Calcule o valor da aceleração da gravidade (g) usando a equação 10 e veja se a massa influencia no período de oscilação.

Tabela 2. Comprimento (L), período (T) e aceleração (g).

Massa - m (g)	Comprimento (L)	T (s)	g (m/s ²)
M1 =			
M2 =			
M3 =			
M4 =			
M5 =			

Fonte: próprio autor

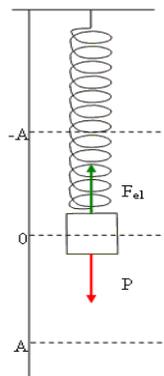
- e) Após registrar os dados obtidos na tabela 1 2, analise a relação entre o comprimento do pêndulo, a massa e o período de oscilação.
- f) Plote um gráfico com os dados obtidos nas tabelas 1.
- g) Se o comprimento do fio de do pêndulo for maior, o que acontece com o período?
- h) Se a força restauradora do pêndulo se anula no ponto mais baixo da trajetória, por que o pêndulo continua o movimento oscilatório?
- i) Segundo você o que poderia ser feito para que o valor de g encontrado no experimento seja mais próximo do valor conhecido?

3. EXPERIMENTO 2: SISTEMA MASSA-MOLA

3.1 Introdução

O sistema massa-mola é um conceito fundamental na física e se refere ao estudo do comportamento mecânico de um sistema composto por uma mola e uma massa suspensa. O sistema massa-mola é considerado um sistema oscilatório simples, o que significa que ele oscila repetidamente entre duas posições extremas em torno de uma posição de equilíbrio. Esse tipo de sistema é amplamente utilizado para modelar e compreender o comportamento de diversos sistemas físicos reais, como pêndulos, sistemas de suspensão de carros, sistemas vibratórios e muito mais. Principais elementos do sistema massa-mola: 1 - Mola: A mola é um elemento elástico, que possui uma constante elástica (k), geralmente feito de metal, que tem a capacidade de se deformar sob a ação de uma força. Quando a mola é esticada ou comprimida, ela armazena energia potencial elástica. 2 – Massa: tem influência significativa no comportamento do sistema, especialmente em relação às características de suas oscilações e energia mantida. O sistema massa-mola é um dos sistemas mais comuns e importantes no estudo da física sua análise permite compreender conceitos fundamentais, como a elasticidade e o comportamento harmônico simples, bem como o período e sua frequência.

Figura 4. Sistema massa-mola



Fonte: sofisica.com.br

As equações do oscilador massa-mola podem ser obtidas a partir da lei de Hooke, juntamente com a segunda lei de Newton e podem ser expressas da seguinte maneira;

$$F_e = -kx \quad (12)$$

$$F_R = ma = m \frac{d^2y}{dt^2} \quad (13)$$

$$F = -kx \rightarrow ma = -kx \rightarrow a = -\frac{kx}{m} \quad (14)$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} + \omega^2 x = 0 \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (15)$$

Com base no resultado obtido, é possível escrever as demais equações para o oscilador massa-mola e calcular a constante da mola k , confira:

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (16)$$

$$k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} \quad (17)$$

3.2 Objetivo

Investigar a relação entre a constante elástica de uma mola e a deformação produzida.

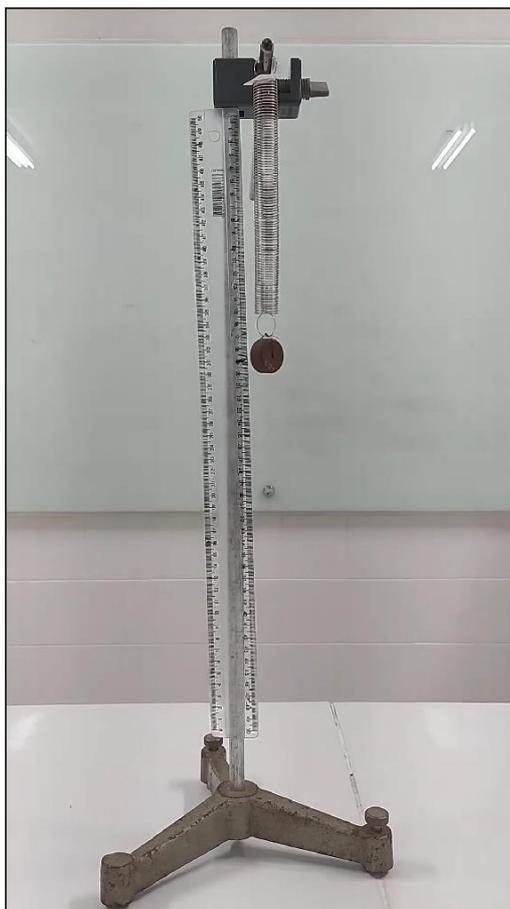
3.3 Materiais

- ✓ Mola;
- ✓ Régua;
- ✓ Massas com diferentes medidas;
- ✓ Suporte;
- ✓ Phyphox, PhET ou Tracker.

3.4 Montagem experimental

Na figura 5 observamos a montagem experimental caseira para a experiência de um sistema massa-mola.

Figura 5. Montagem experimental do sistema massa-mola



Fonte: próprio autor

3.5 Procedimento

1. Montagem do experimento:

- a) Fixe a mola verticalmente no suporte.
- b) Verifique se a mola está livre de deformações prévias.
- c) Utilize a régua para medir o comprimento inicial da mola (sem deformação).
- d) Anote o valor do comprimento inicial (L_0).

2. Adição de massas e medição da deformação, anote os dados na tabela:

- a) Pendure uma massa na extremidade da mola e observe a deformação produzida.
- b) Utilize a régua para medir a deformação (a diferença entre o comprimento final e o comprimento inicial da mola).
- c) Anote o valor da deformação como (ΔL) e a massa utilizada como "m".
- d) Repita o passo 3 para diferentes massas (m) suspensas, variando seu valor.
- e) Certifique-se de anotar os valores da deformação para cada massa utilizada.

Tabela 3. Deformação da mola

Massa (m)	L_0	ΔL
$m_1 =$		
$m_2 =$		
$m_3 =$		
$m_4 =$		
$m_5 =$		

Fonte: próprio autor

3. Cálculo da força aplicada:

a) Use fórmula da gravidade ($F = mg$) para calcular a força gravitacional atuante na massa suspensa, onde (m) é a massa utilizada e (g) é a aceleração da gravidade (aproximadamente $9,8 \text{ m/s}^2$), na tabela abaixo.

Tabela 4. Cálculo da força gravitacional

Massa (m)	Gravidade (g)	Força Gravitacional ($f = mg$)
$m_1 =$	$9,8 \text{ m/s}^2$	
$m_2 =$		
$m_3 =$		
$m_4 =$		
$m_5 =$		

Fonte: próprio autor

Análise dos dados:

- Plotar um gráfico da força aplicada (F) em função da deformação (ΔL).
- Realizar uma regressão linear dos pontos experimentais para obter a constante elástica da mola.

4. EXPERIMENTO 3: INTERFERÊNCIA DA LUZ

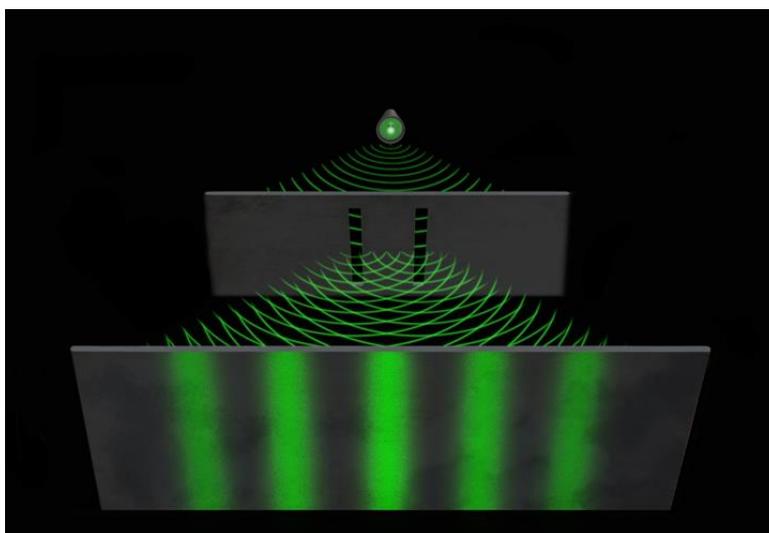
4.1 INTRODUÇÃO

Com base nesse experimento, Young propôs que a luz é uma onda e que a interferência das ondas de luz é responsável pela formação do padrão de franjas observado. Sua descoberta foi uma das primeiras evidências experimentais sólidas em favor da teoria ondulatória da luz, contrapondo-se à teoria corpuscular, que defendia que a luz era composta por partículas. O experimento de Young desempenhou um papel importante na consolidação da teoria ondulatória da luz, desenvolvida por pesquisadores anteriores, como Christiaan Huygens e Augustin-Jean Fresnel.

Além disso, a descoberta da interferência da luz teve implicações significativas no entendimento da natureza da luz e na evolução da óptica como uma ciência fundamental. A interferência da luz é um fenômeno óptico que ocorre quando duas ou mais ondas de luz se encontram e se combinam, produzindo um padrão de interferência característico. Esse fenômeno revela a natureza ondulatória da luz e desempenha um papel fundamental na compreensão da óptica.

A interferência ocorre devido à superposição das ondas de luz, onde as cristas de uma onda se encontram com as cristas ou com os vales de outra onda. Dependendo da diferença de fase entre as ondas, ocorrerá interferência construtiva ou interferência destrutiva das ondas. Na interferência de fendas duplas, a luz passa por duas fendas muito próximas e forma um padrão de franjas de interferência no plano de observação

Figura 6. Geometria da montagem experimental da fenda duplas



Fonte: My Big TOE.

O experimento consiste em observar o comportamento do feixe de luz, emitido da fonte (laser) e após a ultrapassagem pelas aberturas das fendas observa-se no anteparo a formação alternada de faixas claras e escuras, denominadas de franjas de interferência, em que, nas claras ocorre a interferência construtiva e nas escuras a interferência destrutiva. As intensidades luminosas que incidem no anteparo na forma de padrão linha está relacionada com a diferença de caminho percorrida pelas duas fontes, D_1 e D_2 , que atingem o mesmo ponto no anteparo, onde a interferência construtiva ocorrerá se a diferença de trajeto for:

$$\Delta D = (D_1 - D_2) = N \cdot \lambda \quad (18)$$

onde $N = 1, 2, 3, \dots$, forem números inteiros (N) de comprimento de onda (λ).

Ocorrera interferência destrutiva (parte escura do padrão) se a diferença de caminho das duas fontes for:

$$(D_1 - D_2) = (N + \frac{1}{2})\lambda \quad (19)$$

sendo $N = 0, 1, 2, 3, \dots$

como a diferença de caminho é:

$$\Delta D = d \cdot \text{sen} \theta \quad (20)$$

então a interferência ocorrera no caso de:

$$N \cdot \lambda = d \cdot \text{sen} \theta \quad (21)$$

4.2 Objetivo

Observar e analisar os fenômenos da interferência luminosa bem como suas propriedades ondulatórias da luz e suas aplicações.

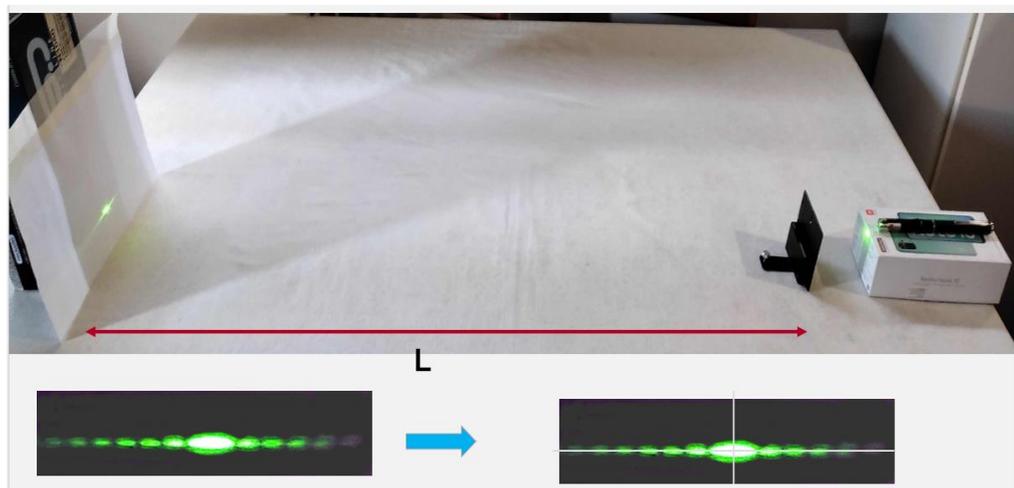
4.3 Materiais E Programas Utilizados

- Fonte de luz (laser ou lâmpada);
- Fenda simples construídos com material plástico;
- Régua;
- Papel;
- PhET e Tracker.

4.4 Montagem Experimental

Na figura 7 observamos a montagem experimental caseira para a experiência de interferência da luz por fenda simples que pode ser realizada em qualquer ambiente.

Figura 7. Montagem experimental da prática e imagem da interferência.



Fonte: Próprio autor.

A geometria do experimento de fenda simples (Fig. 7) pode ser analisado considerando que a distância $L \gg y_1$, neste caso podemos fazer a seguinte aproximação:

$$\text{sen}\theta \approx \tan\theta = \frac{y_1}{L} \quad (22)$$

e substituindo essa expressão na condição de difração:

$$a \cdot \text{sen}\theta = N\lambda \quad (23)$$

obtemos o valor da abertura da fenda:

$$a = \frac{y}{\text{sen}\theta} = \lambda \cdot \frac{L}{y_1} \quad (24)$$

na qual λ é o comprimento de onda da luz de laser usado.

4.5 Procedimento Experimental

1. Monte o aparato experimental com as fendas simples e/ou dupla fendas estreitas colocadas em uma placa opaca e iluminadas pela fonte de luz.
2. Meça a distância L das fendas ao anteparo (*parede*). Anote na folha de respostas.
3. Coloque a fenda simples diante do laser e projete as franjas no anteparo.
4. Observe o que acontece com as franjas de difração quando a luz passa por fendas cada vez mais estreitas.
5. A partir da figura obtida, use uma régua milimetrada para medir as distâncias X entre o máximo central e o primeiro máximo secundário de interferência ($N = 1$). Com o mesmo

procedimento as posições X do segundo ($N = 2$) e do terceiro ($N = 3$) máximo secundário; montar uma tabela com esses dados para determinar a abertura da fenda.

6. Repita agora o procedimento para os mínimos de interferência ($N = 0, 1, 2$) e monte uma segunda tabela e determine a abertura da fenda.

7. Usar o programa Tracker para analisar os padrões de interferência e obter as intensidades desses padrões.

8. Usar o programa PHET para obter diversos padrões para fenda simples usando diferentes tipos de laser. Esses padrões podem ser analisados com o programa Tracker para determinar as intensidades deles.

5. EXPERIMENTO 4: ILUMINÂNCIA

5.1 Introdução

A iluminância é uma medida da quantidade de luz incidente em uma determinada superfície de um ambiente. e está relacionado ao estudo da ótica e da luz como uma forma de energia radiante. É uma grandeza importante para o estudo da iluminação, pois está diretamente relacionada à quantidade de luz visível disponível em um ambiente. A iluminância é geralmente medida em lux (lx), que é definido como um lúmen por metro quadrado (lm/m²). Quanto maior a iluminância, mais intensa é a iluminação em uma determinada área. Além disso o fluxo luminoso (Φ), é a quantidade total de luz privativa por uma fonte luminosa em todas as direções. O fluxo luminoso é medido em lúmens (lm)

Medidas de luminosidade são importantes em estudos envolvendo emissão ou absorção de radiação luminosa, por exemplo, em avaliações de eficiência de fontes luminosas, luminosidade de ambientes e investigações que envolvem interação da radiação com a matéria.

A intensidade luminosa (I_v) da fonte S, é definida como o fluxo luminoso (Φ_v) por unidade de ângulo sólido (Ω). No sistema internacional de unidades SI, $I_v =$ candela (cd) e $E =$ lux.

$$\Phi_v = I_v \cdot \Omega \quad (25)$$

No caso de uma fonte pontual, a iluminância ou luminosidade (E) define-se como o fluxo luminoso por unidade de área

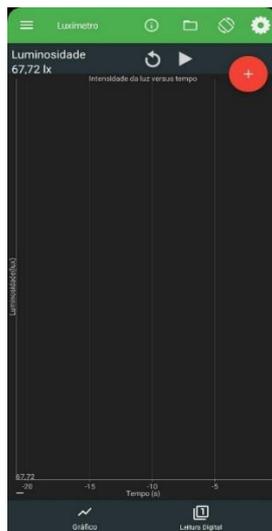
$$E = \frac{\Phi_v}{A} \quad (26)$$

Como o ângulo sólido é: $\Omega = \frac{A}{r^2}$

$$E = \frac{I_v}{r^2} \quad (27)$$

Para fazer essas observações será usado o aplicativo PHYSICS TOOLBOX Sensor SUITE, que entre suas funções, uma delas é um medidor de luminosidade, o luxímetro, que obtém a aquisição automática de dados, podendo ser aplicado em atividades práticas experimentais no ensino de física, é uma plataforma para realizar diversas atividades experimentais colhendo dados e exportando eles para o Tracker, Excel, ou outros programas de análise.

Figura 8. Medidor de luxímetro no aplicativo physics toolbox sensor suite



Fonte: Aplicativo Physics Toolbox Sensor Suite.

5.2 Objetivos

Verificar a variação da intensidade luminosa de acordo com as diferentes fontes de luz utilizadas e variações nas distâncias estabelecidas.

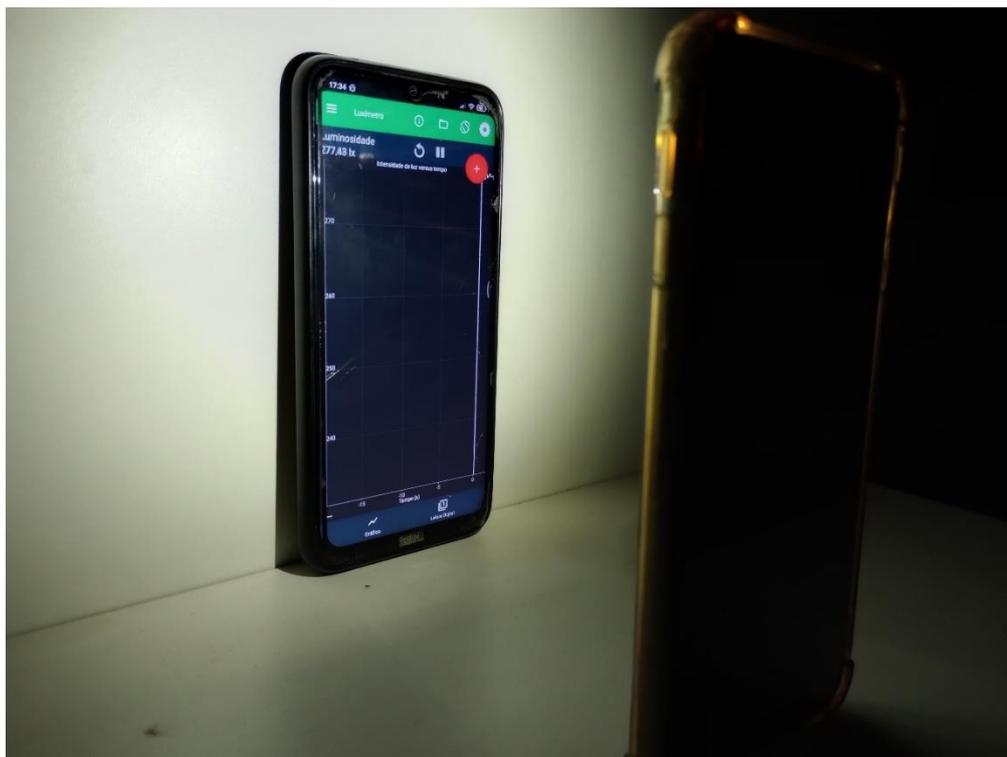
5.3 Materiais Utilizado

- Smartphone;
- Aplicativo physics toolbox suite;
- 2 fontes luminosas;
- Régua.

5.4 Montagem experimental

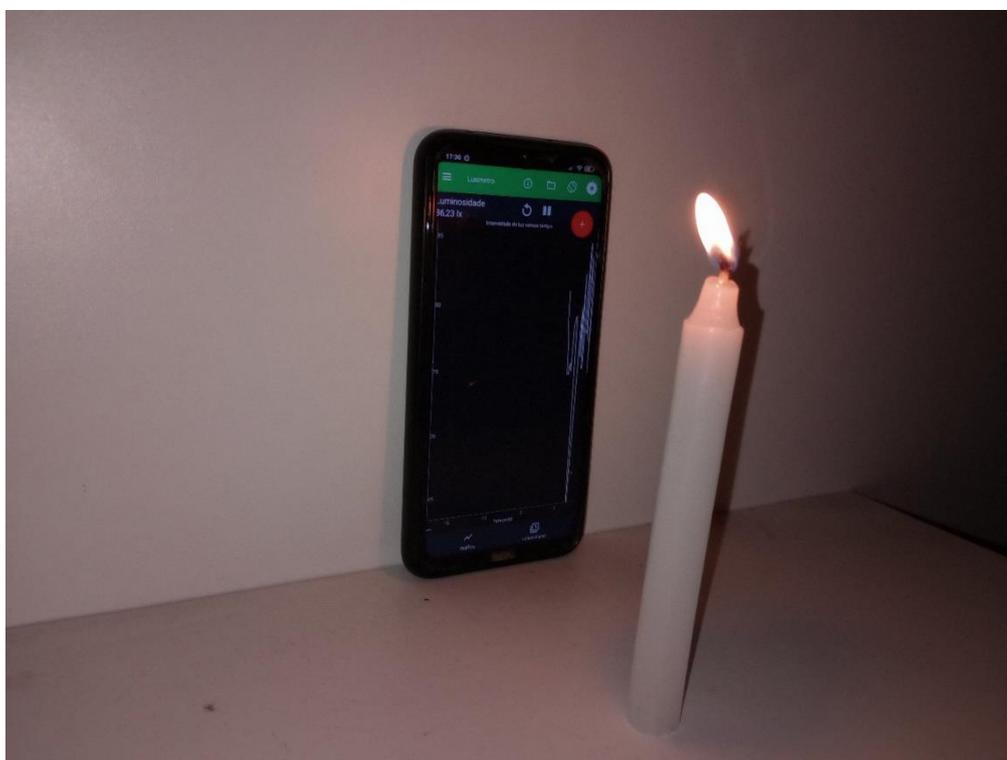
Nas figuras 7 e 8 observamos a montagem experimental caseira para a experiência de iluminância, tendo como fonte de energia a lanterna de um celular e uma vela.

Figura 9. Captura de luminosidade proveniente uma lanterna de celular



Fonte: próprio autor

Figura 10. Captura de luminosidade proveniente de uma vela



Fonte: próprio autor

5.5 Procedimentos

- Usar 2 tipos de fontes luminosa;
- Fixar 5 distâncias diferentes para cada fonte de luz;
- Medir com o luxímetro do aplicativo Physics Toolbox Suite a intensidade da luz em Lux para cada distância;
- Salvar os dados e exportá-lo para fazer os gráficos da intensidade da luz com o tempo (pode ser o Excel, porém pode ser outro

6 REFERÊNCIAS

<https://www.sofisica.com.br/conteudos/Ondulatoria/MHS/massamola3.php>

<https://mybigtoe.com.br/experimento-dupla-fenda-quantica/>

<https://fisicaevestibular.com.br/novo/ondulatoria/ondas/interferencia-luminosa-experimento-de-young/>

<https://blog.iluminim.com.br/luminancia-e-iluminancia/#:~:text=A%20ilumin%C3%A2ncia%20%C3%A9%20termo%20que,como%20uma%20bancada%20por%20exemplo.>