

## Prática Laboratorial 3: Difração e interferência

### Objetivos

Determinar experimentalmente o comprimento de onda da luz emitida por um laser, utilizando o fenómeno de interferência devido a uma fenda dupla.

### Introdução

A difração e interferência são dois fenómenos característicos do movimento ondulatório. A **difração** é observável quando uma onda (neste trabalho, a luz de um laser) é desviada em várias direções por um obstáculo cujas dimensões são comparáveis ao seu comprimento de onda.

O fenómeno de **interferência** observa-se quando existe a sobreposição de dois ou mais movimentos ondulatórios, coincidentes no espaço e no tempo. Por exemplo, uma onda difratada por duas fendas, dá origem a um conjunto de ondas que interferem entre si criando um padrão que combina os fenómenos de interferência e difração, como se ilustra na Fig. 1. No padrão de difração e interferência de uma fenda dupla, os máximos e mínimos observados (franjas de interferência) estão associados à distância entre fendas,  $d$ . A modulação da intensidade (envolvente devida à difração) está relacionada com a largura de cada fenda,  $a$ .

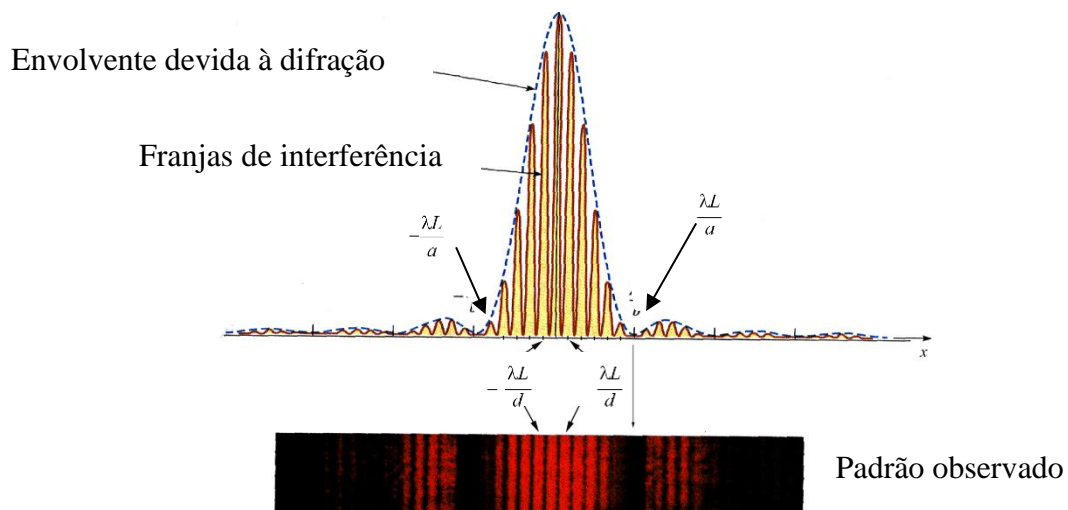


Figura 1 – Padrão de difração e interferência criado por uma fenda dupla.

Mostra-se que o seno do ângulo a que aparecem no alvo os sucessivos **máximos de intensidade** das franjas de interferência, é dado por:

$$\text{sen}\theta_n = \frac{n\lambda}{d} \quad (n = \pm 0, 1, 2, \dots) \quad (1)$$

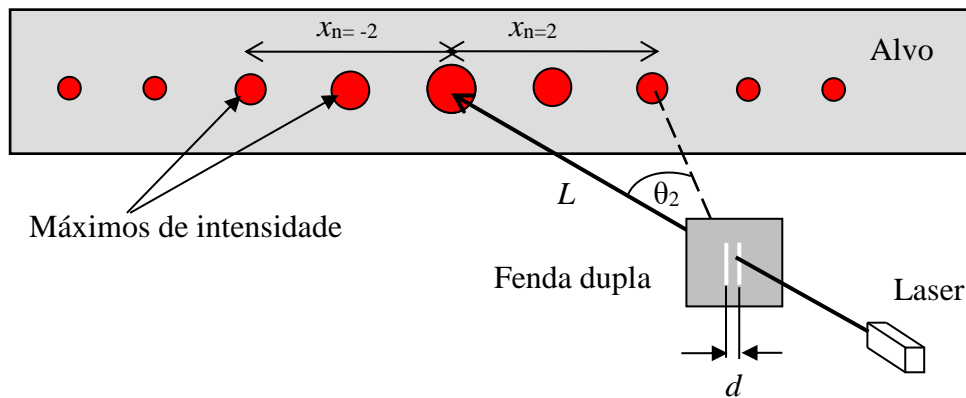


Figura 2 – Diagrama da montagem experimental e padrão do máximo central de difração.

De acordo com a Fig. 2, verifica-se que  $\text{tg}\theta_n = \frac{x_n}{L}$ , onde  $x_n$  representa a distância medida a partir do máximo central de intensidade (quando  $n=0$ ), para um dado ângulo  $\theta_n$ , de observação. Para pequenos ângulos de observação (quando  $L \gg x_n$ ), tem-se que:

$$\text{tg}\theta_n \cong \text{sen}\theta_n \cong \theta_n \quad (2)$$

A partir das equações (1) e (2), verifica-se que a localização dos máximos de intensidade da radiação detetada no alvo,  $x_n$ , varia em função dos parâmetros: distância entre as fendas,  $d$ ; distância da fenda ao alvo,  $L$ ; e comprimento de onda,  $\lambda$ , do laser utilizado, de acordo com:

$$x_n = n\lambda L / d \quad (3)$$

Assim para uma fenda dupla cuja distância entre fendas  $d$  é conhecida, se variarmos a distância  $L$  e medirmos o valor de  $x_n$  correspondente (distância entre o máximo central e o máximo de ordem  $n$ ), é possível verificar a relação entre  $x_n$  e  $L$ , e determinar o comprimento de onda do laser.

## Preparação do trabalho

- Partindo da equação (3) obtenha uma outra expressão que relacione a distância  $|x_{j+s} - x_j| = X_s$  entre máximos de interferência com ordens que diferem de  $s$ . Relacione a expressão obtida com uma expressão do tipo  $y = mx + b$ , indicando que grandezas serão utilizadas para os eixos  $X$  e  $Y$ , declive e ordenada na origem.
- Admita que manterá o valor de  $s$  constante e que variará  $L$ . Explique sucintamente como proceder para verificar experimentalmente a expressão anterior e assim determinar o valor de  $\lambda$ .
- Em função das questões deste protocolo prepare as tabelas de dados e resultados a apresentar.

## Procedimento experimental

### Material Necessário

Laser ( $\lambda=655\pm 1$  nm), disco com duplas fendas, alvo, papel milimétrico, calculadora com regressão linear, fita métrica e régua.

**NUNCA COLOQUE OS OLHOS À ALTURA DE UM LASER LIGADO.**

**O LASER PODE CEGAR**

**O laser deve estar desligado sempre que não estejam a ser feitas medidas**

- Proceda à montagem experimental de acordo com a Fig. 2. Selecione uma fenda dupla tal que visualize claramente no alvo os vários máximos de interferência.
- Observe o padrão de **interferência-difração** no alvo. Faça um esquema simples onde identifique as grandezas físicas a medir descritas em a).
- Coloque uma régua sob o padrão e fotografe com o seu telemóvel. Baseado nesta imagem meça  $X_s \pm \Delta X_s$  para oito distâncias fenda-alvo ( $L_i$ ).

## Resultados e cálculos

- g) De acordo com a alínea a), determine os valores associados à ordenada ( $y$ ) e abcissa ( $x$ ) para cada  $L_i$  e represente graficamente  $y = f(x)$  numa folha Excel. Verifique a linearidade dos seus resultados. (Nota: Se não lhe parecer linear chame o docente antes de prosseguir).
- h) Determine os parâmetros da reta utilizando o método dos Mínimos Desvios Quadráticos e escreva a equação da reta na forma  $y = (m \pm \Delta m)x + (b \pm \Delta b)$
- i) Determine, a partir dos parâmetros da reta calculados anteriormente, o valor do comprimento de onda ( $\lambda \pm \Delta \lambda$ ). Mostre claramente como obteve este valor a partir dos parâmetros obtidos nas regressões lineares.

## Análise e discussão dos resultados

Na sua análise dos resultados, deve tratar os seguintes aspetos:

- j) Precisão e exatidão da sua determinação do comprimento de onda;
- k) Em que medida as distâncias fenda-alvo influenciam o resultado de  $\lambda$ ;
- l) Possíveis fontes de erro existentes durante a realização experimental (e/ou cálculos efetuados) que possam justificar um eventual desfasamento entre os resultados experimental e os valores esperados.

## Bibliografia

Alonso e Finn, *Física volume II- Campos e Ondas*, Editora Edgard Blucher, 1981.

Serway e Beichner, *Physics for Scientists and Engineers*, 5ª edição, Saunders College Publishing, 2000.