

# Proposta de Experimento

## Física Experimental 4

Profº Marco Bregant

### Resumo

Neste trabalho faremos uso do fenômeno de interferência para fazer medidas precisas da dilatação térmica de uma barra de alumínio. Isso será feito a partir da análise computacional do interferograma obtido através da transformada de Fourier de duas imagens de *speckle* deslocadas.

## 1 Introdução

A medição de fenômenos físicos que se restringem a pequenas escalas, da ordem de micrômetros, pode apresentar diversas dificuldades quando a sua aplicabilidade no ensino de física. Neste projeto, propomos o estudo de um método que permite tais medições e que pode ser aplicado por estudantes de graduação. Sucintamente, uma análise ótica semelhante da fenda de Young pode ser empregada na transformada de Fourier da superposição de duas imagens, obtidas pelo fenômeno de *speckle*, de posições diferentes de forma a poder-se calcular o deslocamento entre as imagens. Com este método, é possível realizar-se com acurácia medidas na ordem de  $50\mu\text{m}$  e aplicá-lo no estudo da dilatação térmica de metais a temperaturas menores do que de  $120^\circ\text{C}$ .

## 2 Fundamentos Teóricos

O *speckle* é o fenômeno de interferência de várias frentes de onda espalhadas ao interagirem com um material. Um feixe de luz coerente (*laser*) ao incidir sobre uma superfície com centros espalhadores distribuídos aleatoriamente, sofre desvios aleatórios com defasagens também aleatórias. Com isto, num plano de observação qualquer ocorrem interferências construtivas e destrutivas do feixe espalhado resultando num padrão granular de regiões claras e escuras. Devido à aleatoriedade dessas granulações é necessário realizar um tratamento estatístico para analisar o *speckle*.

Este fenômeno é utilizado em óptica para medir microdeslocamentos. Para isto são obtidas as imagens dos *speckles* para duas posições do objeto difusor, uma de referência e outra deslocada. Estas imagens são superpostas (somadas) e é tomada a transformada de Fourier dessa superposição, gerando assim uma imagem final com padrões de franjas igualmente espaçadas.

A partir da distância entre as franjas é possível calcular o deslocamento do difusor. Para isto é necessário que a câmera utilizada para obter a imagem do speckle possua pixels menores que o tamanho dos grãos de speckle. O raio médio dos grãos é dado pela equação:

$$r = 1.22 \frac{\lambda d}{D} \quad (1)$$

Em que  $\lambda$  é o comprimento de onda do laser,  $d$  é a distância entre o ponto de observação e o objeto difusor, e  $D$  é o diâmetro da área iluminada do difusor. Para um laser de *He-Ne* e um difusor de papel vegetal, a distância necessária para que os grãos do *speckle* possam ser observados pela câmera é de cerca de  $10\text{cm}$ .

### 3 Arranjo Experimental

1. Um difusor de papel vegetal, que pode ser montado.
2. Barra de alumínio, disposta na sucata do laboratório didático.
3. Um micro deslocador mecânico, a ser reservado no laboratório de ótica.
4. Um dispositivo de captura de imagem ou vídeo, sem lente, a ser disponibilizado por um dos alunos.
5. Um bico de bunsen, disposto no laboratório didático.
6. Um computador portátil.
7. Um Laser de potência de  $10\text{mW}$ , a ser disponibilizado por um dos alunos.
8. Um Termopar, que será fornecido pelo laboratório didático.
9. Réguas, Paquímetros e suportes, fornecido pelo laboratório didático.
10. Para a realização da análise dos resultados precisaremos de programas:
11. Para calcular a transformada de fourier de uma imagem, Mathematica, OriginPRO ou ImageJ.
12. Para superpor duas imagens e realizar a contagem de pixels, GIMP ou afins.
13. Para tratar o vídeo ou as fotos retiradas, a ser escolhido conforme a necessidade.
14. Para a análise de dados, WebROOT, OriginPRO, Python ou MATLAB.

## 4 Cronograma

09/10 – 22/10 : Medidas	(2)
23/10 – 05/11 : Análise	(3)
06/11 – 19/11 : Montagem da Apresentação	(4)

## Referências

- [1] Fenômeno de Speckle
- [2] Artigo dos Professores Mikiya/Emerson