

# Física Experimental IV

<https://edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=90535>

2º Semestre 2021

Exp. 2 – Computador Óptico

Atividade 1 – Difração e Interferência

Semana 4 - 16/Setembro

Prof. Henrique Barbosa

[hbarbosa@if.usp.br](mailto:hbarbosa@if.usp.br)

<http://www.fap.if.usp.br/~hbarbosa>

REVISÃO

# Cronograma

- 5 atividades:

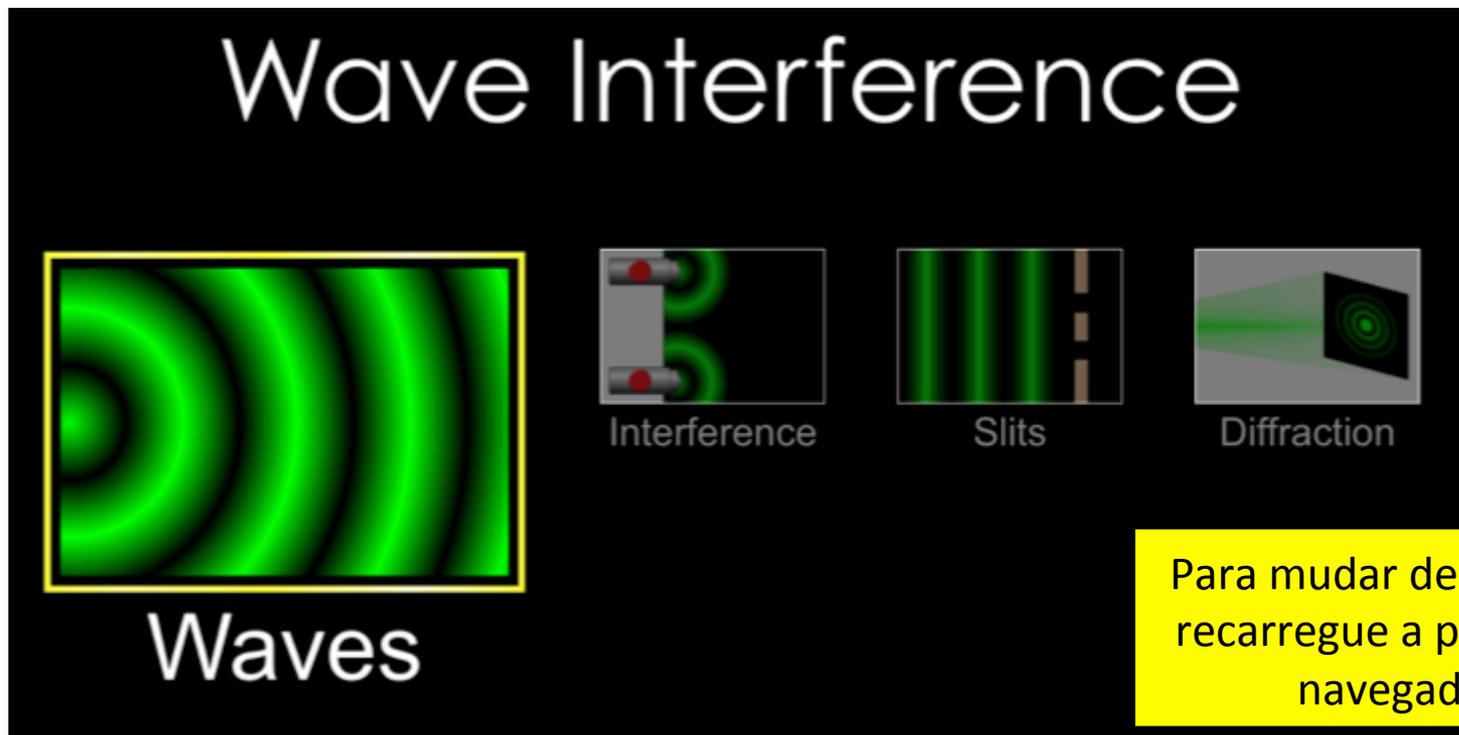
- **Atividade 1:** Estudo qualitativo de difração e interferência
- **Atividade 2:** Estudo quantitativo de difração em fendas simples
- **Atividade 3:** Processamento de imagens (ImageJ)
- **Atividade 4:** Simulação do computador óptico, plano de Fourier
- **Atividade 5:** Aplicação do computador óptico, objeto vs. sua T.F.

# Atividade 1

- Estudar e entender interferência e difração de uma maneira qualitativa.
- Utilizar o site PHET para simular os fenômenos de interferência e de difração.
- Produzir e fotografar figuras de difração no laboratório para diferentes objetos.

# Simulação

## Wave Interference



The image shows the interface of a PhET simulation titled "Wave Interference". At the top, the title "Wave Interference" is displayed in white text on a black background. Below the title, there are four main visual elements: a large green wave pattern on the left, and three smaller icons on the right. The large wave pattern is labeled "Waves" in white text below it. The three smaller icons are labeled "Interference", "Slits", and "Diffraction" in white text below them. The "Interference" icon shows two sources of waves creating an interference pattern. The "Slits" icon shows waves passing through two slits. The "Diffraction" icon shows waves passing through a single slit and spreading out.

Waves

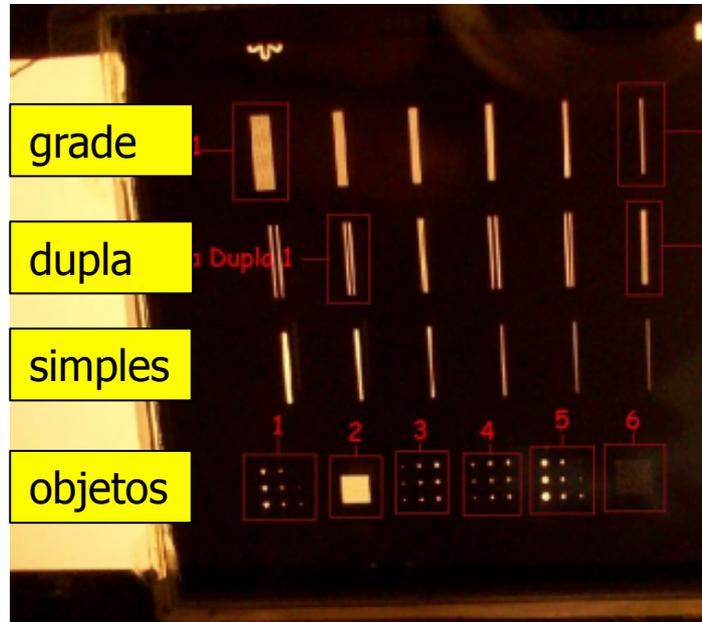
Interference

Slits

Diffraction

Para mudar de módulo,  
recarregue a página do  
navegador

# Materiais à disposição



Slide com objetos



# Simulação

- **Interference:** simular 2 ondas EM interferindo e fazer o gráfico da intensidade no anteparo quando a separação for 500 nm, 1  $\mu\text{m}$  e 2  $\mu\text{m}$ .
- **Slits:** simular 1 onda EM difratando em 1 fenda e fazer o gráfico da intensidade no anteparo, para larguras de 200 nm, 800 nm e 1600 nm.
- **Difraction:** Teste os vários objetos, varie seu tamanho e proporções. Observe a relação entre o objeto e sua figura de difração.

# Análise

## Simulações:

- Para a **interferência** e a **fenda simples**, compare os gráficos e explique as diferenças com base no parâmetro que foi alterado e no princípio físico.

## Fotografias:

- Para as fendas, relacionar as respectivas figuras de difração com suas características e dimensões.
- Para os objetos de 1 a 4, identifique a forma geométrica dos objetos a partir das figuras de difração observadas.

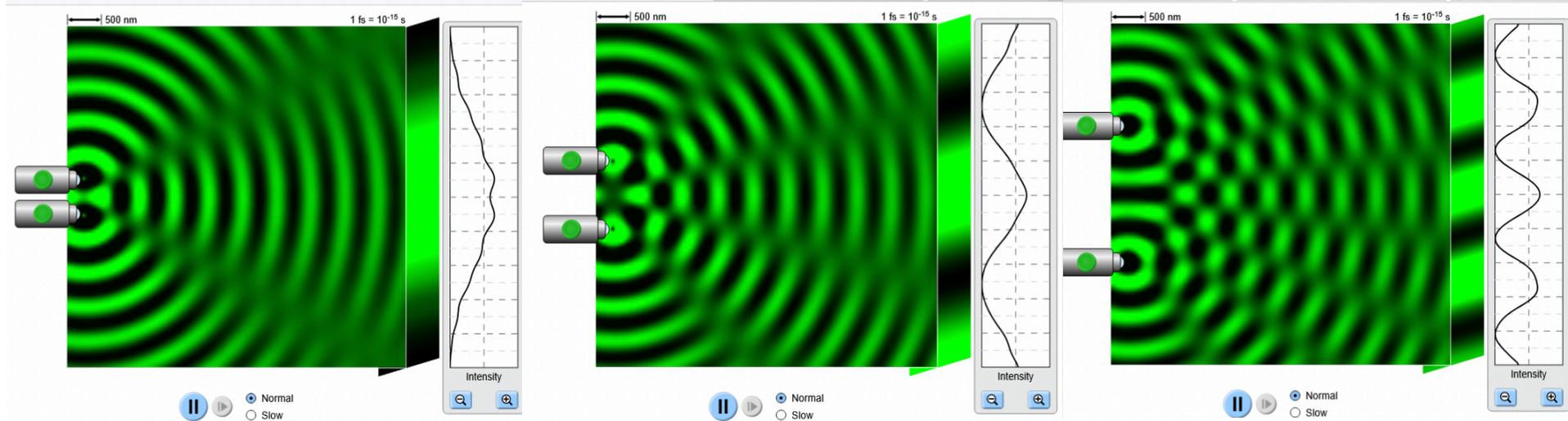
H01

# Interferência

$a=500 \text{ nm}$

$a=1000 \text{ nm}$

$a=2000 \text{ nm}$



Diferenças?

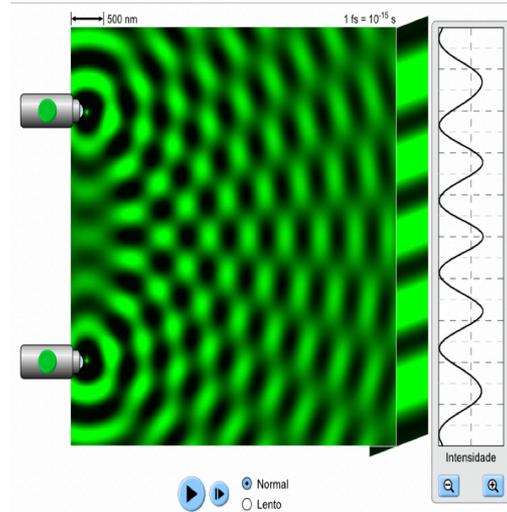
O número de mínimos não é o mesmo.

H08

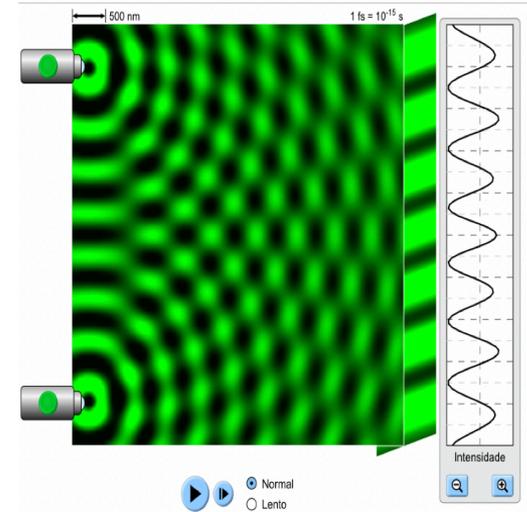
# Interferência

Com uma  $\lambda/a$  pequeno,  
"cabem" mais mínimos  
entre  $+\pi/2$

$a=3000$  nm



$a=4000$  nm



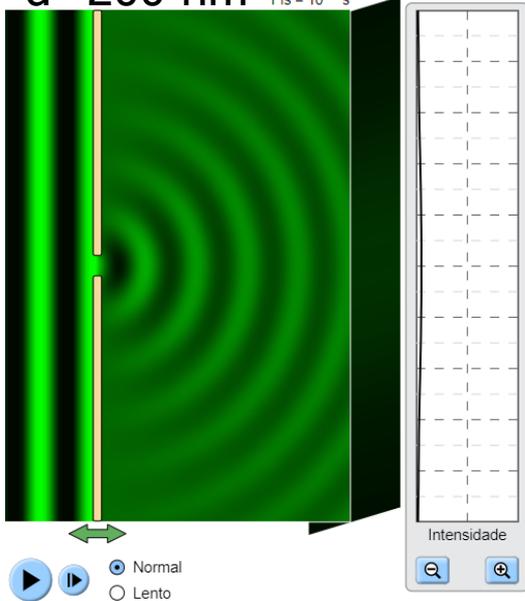
Diferenças?

O número de mínimos não é o mesmo.

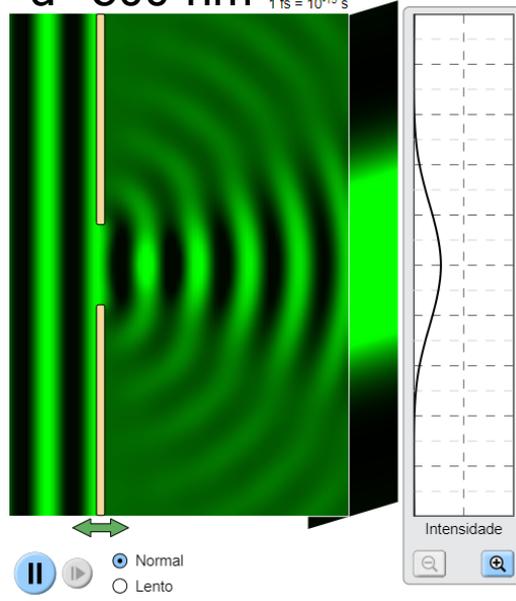
H02

# Difração, 1 fenda

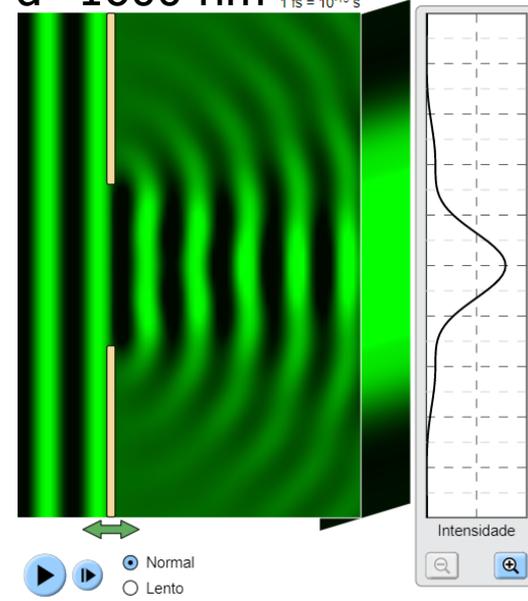
$d=200 \text{ nm}$   $1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$



$d=800 \text{ nm}$   $1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$



$d=1600 \text{ nm}$   $1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$



Diferenças?

A intensidade e a largura do máximo.

H08

# Distância até o anteparo

$d=1600$  nm  
longe

média

perto



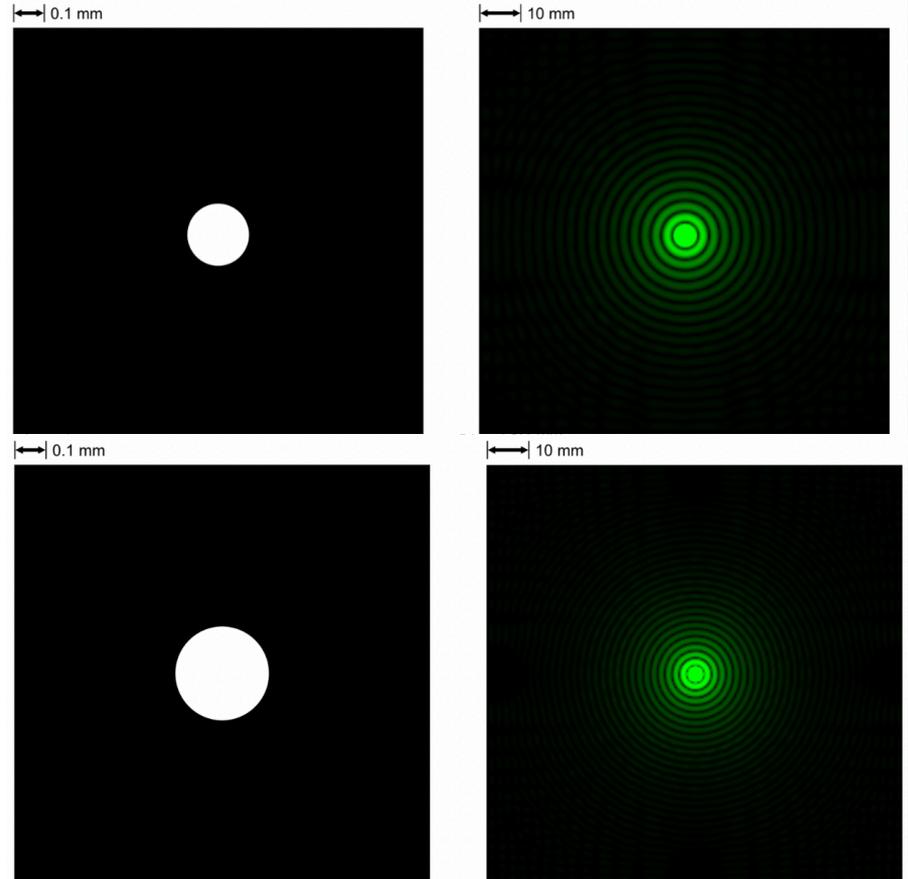
Fazia diferença a distância até o anteparo?

Sim!

# Difração, objetos

## Observações?

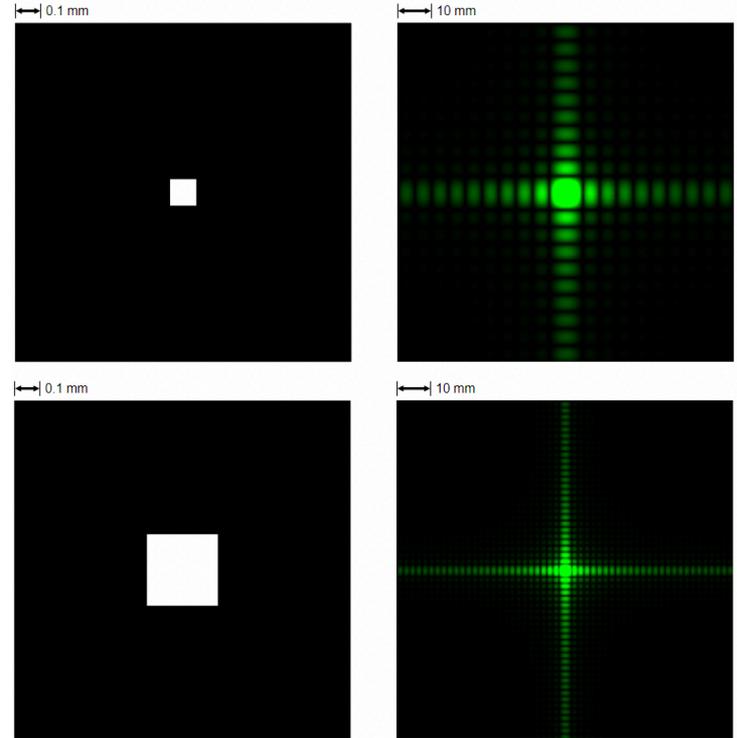
- Um objeto circular gera um padrão de difração circular.
- Círculos menores geram uma figura de difração mais espalhada.



# Difração, objetos

## Observações?

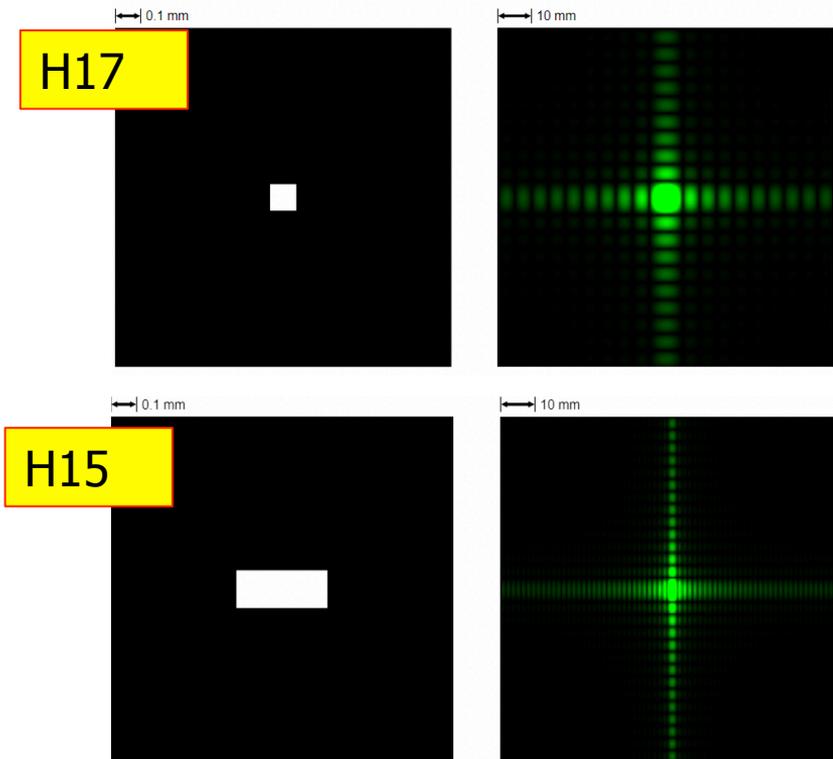
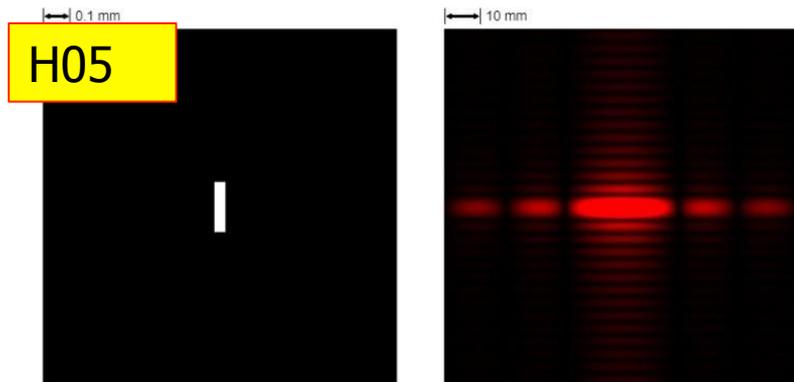
- Um objeto quadrado gera um padrão de duas fendas perpendiculares.
- Quadrado menores geram uma figura de difração mais espalhada.



# Difração, objetos

## Observações?

- Um lado muito comprido quase não gera difração.

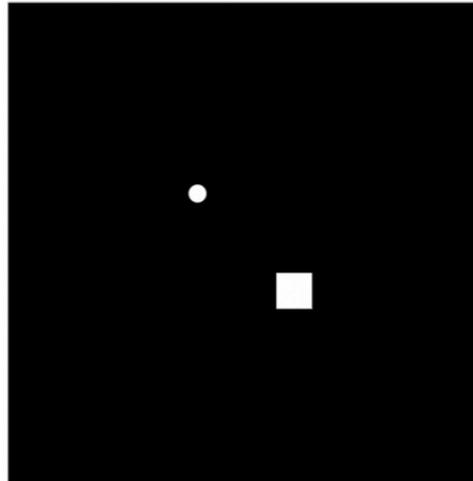


# Difração, objetos

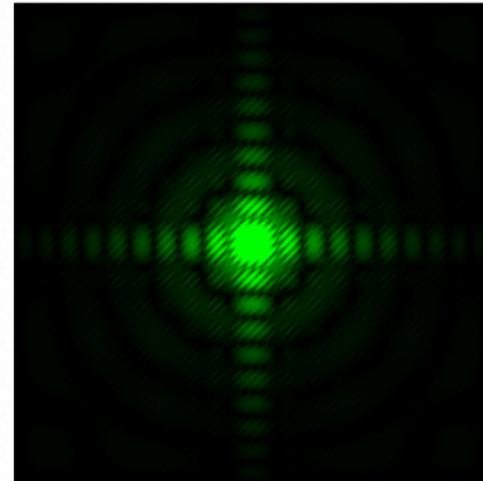
## O que acontece com objetos diferentes?

- As figuras de difração aparecem centradas e “sobrepostas”

0.1 mm



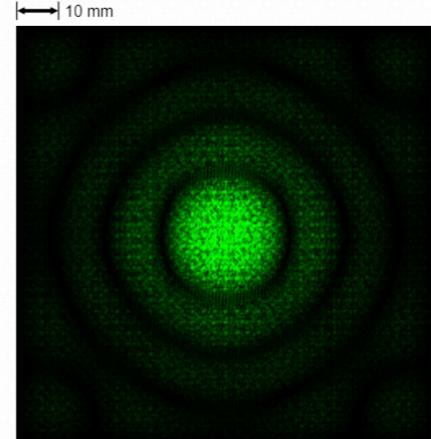
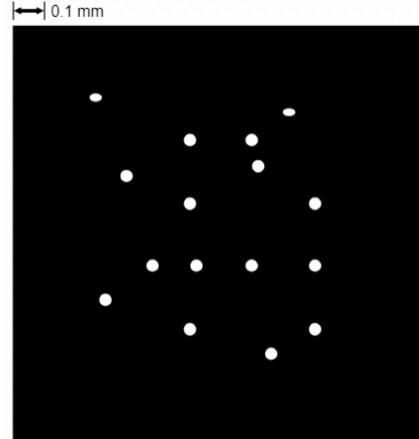
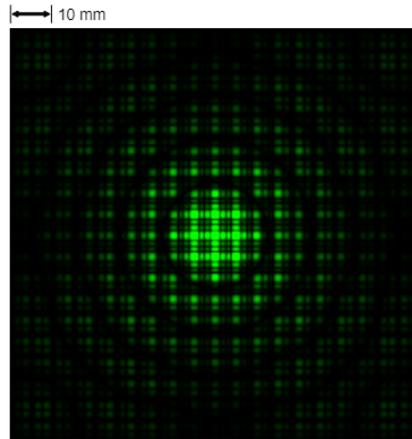
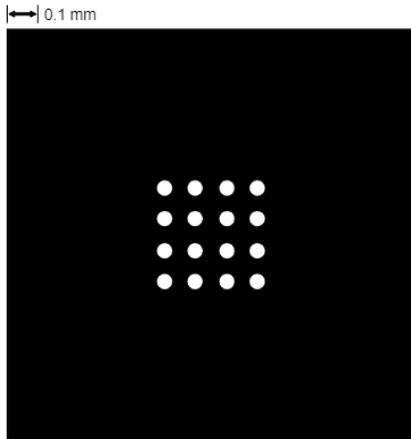
10 mm



# Difração, objetos

## E se forem muitos objetos iguais?

- As figuras de difração aparecem centradas e “sobrepostas”, parece que é apenas um objeto.
- Mas se for um padrão regular, a interferência será importante!



# Medidas no laboratório

- Fotografe as figuras de difração para os seguintes objetos:
  - fenda simples
  - fenda dupla
  - grade de difração (muitas fendas bem próximas)
  - os objetos diferentes da linha superior

# Análise

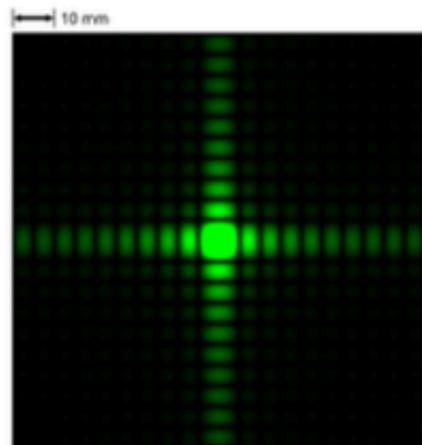
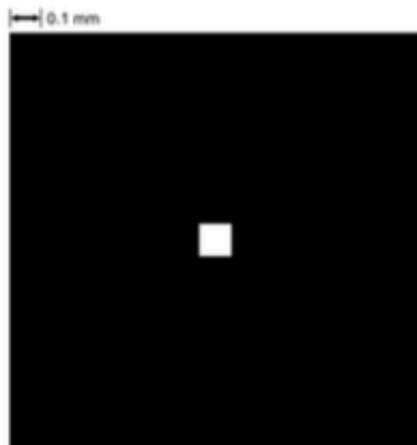
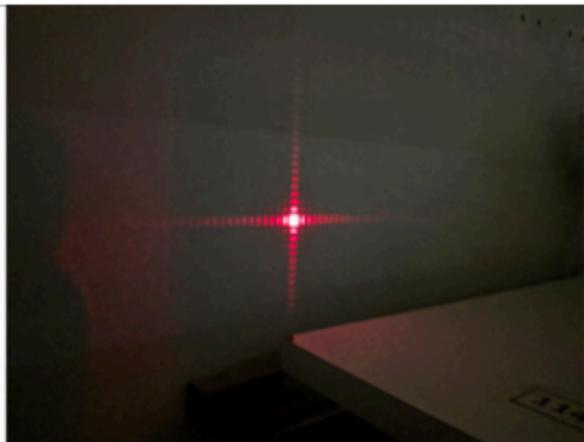
## Simulações:

- Para a **interferência** e a **fenda simples**, compare os gráficos e explique as diferenças com base no parâmetro que foi alterado e no princípio físico.

## Fotografias:

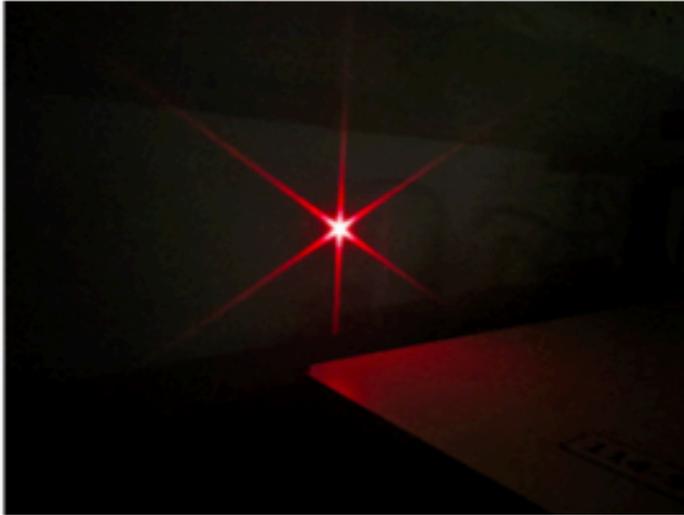
- Para as fendas, relacionar as respectivas figuras de difração com suas características e dimensões.
- Para os objetos de 1 a 4, identifique a forma geométrica dos objetos a partir das figuras de difração observadas.

# Objeto 1



(b) Padrão de difração obtido pelo objeto à esquerda na simulação PhET no ambiente 'Difração'

# Objeto 2



# Objeto 2

Objeto 2



Triângulo

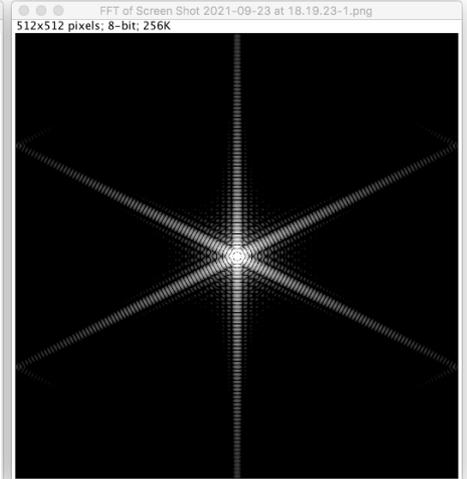
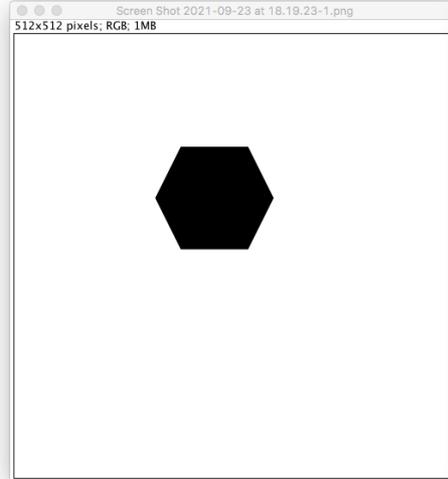
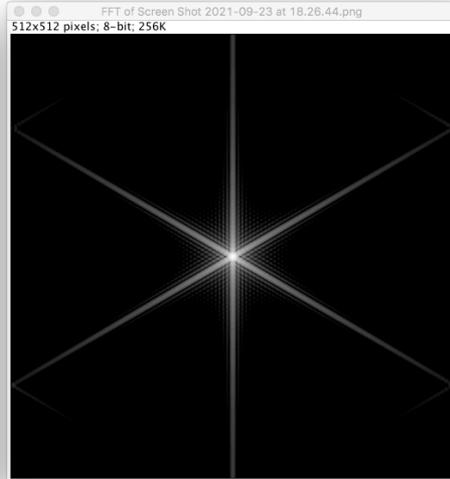
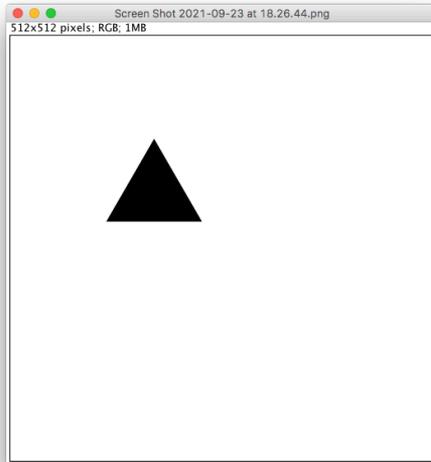


(a) Segundo padrão de difração fornecido

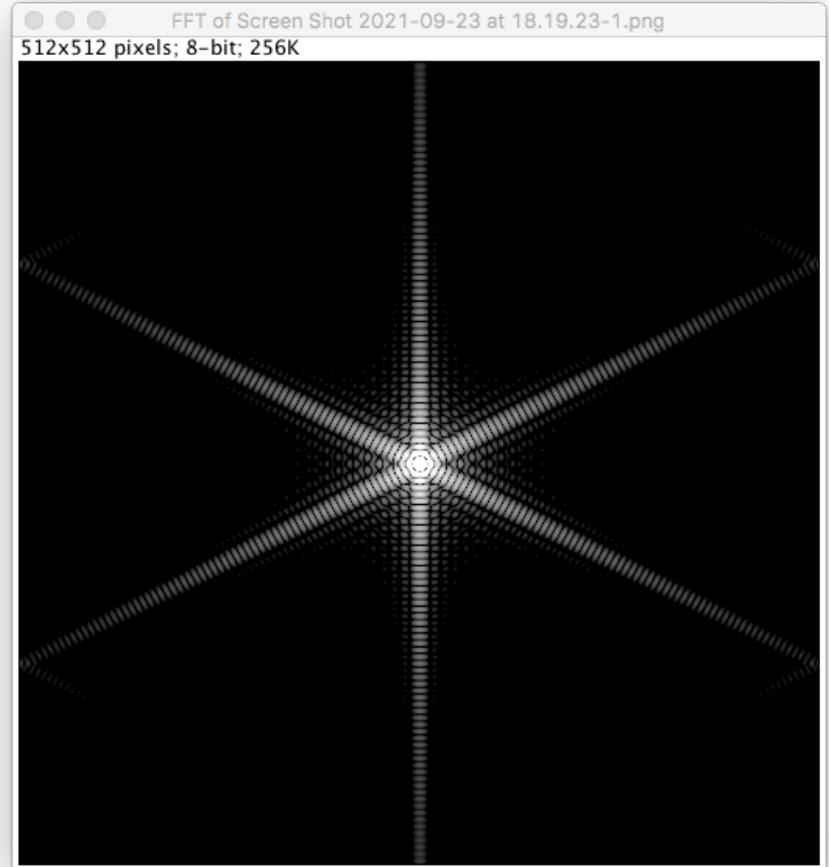
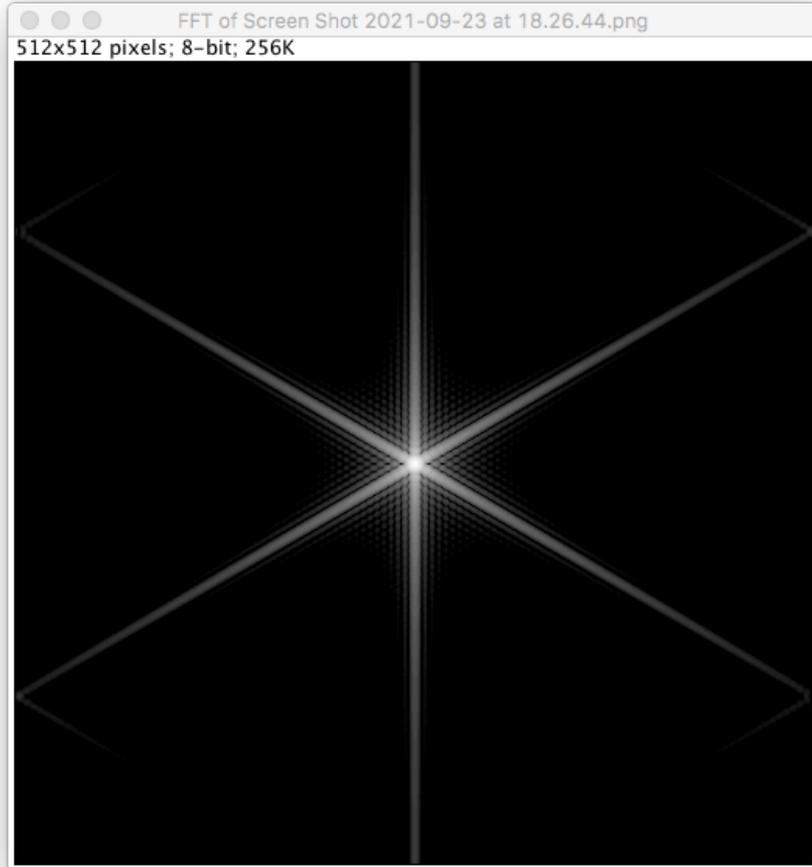


(b) Padrão de difração obtido da Referência 5

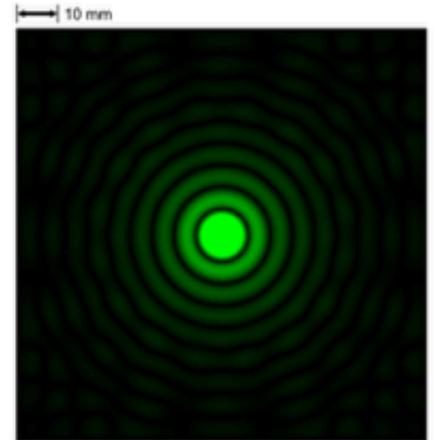
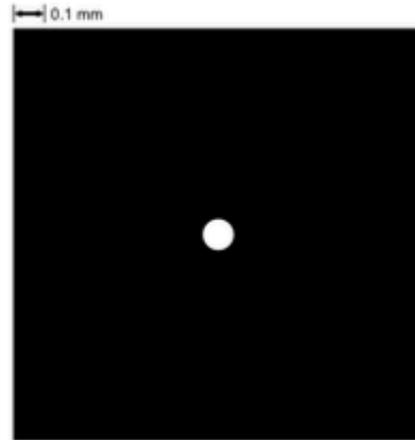
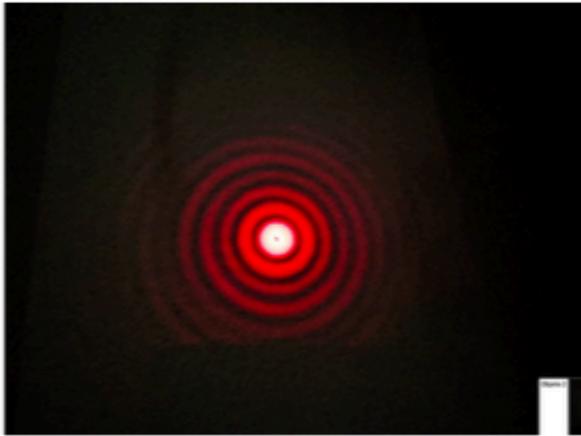
# Objeto 2



# Objeto 2

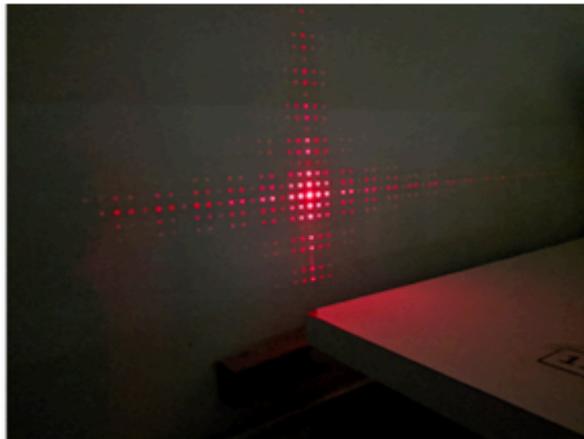


# Objeto 3



(b) Padrão de difração obtido pelo objeto à esquerda na simulação PhET no ambiente 'Difração'

# Objeto 4

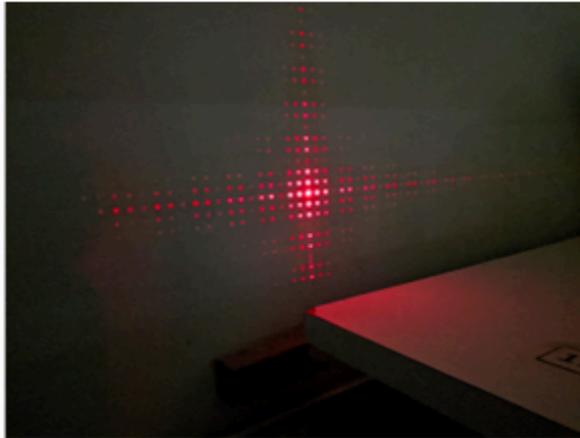


# Objeto 4

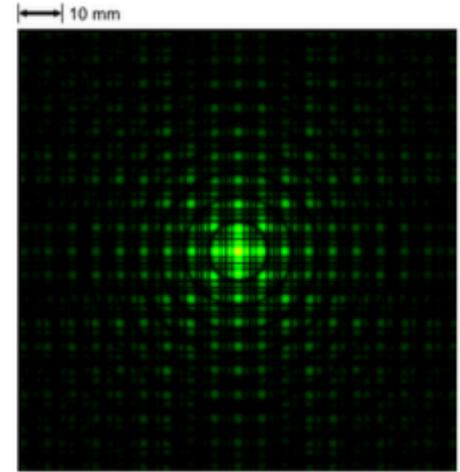
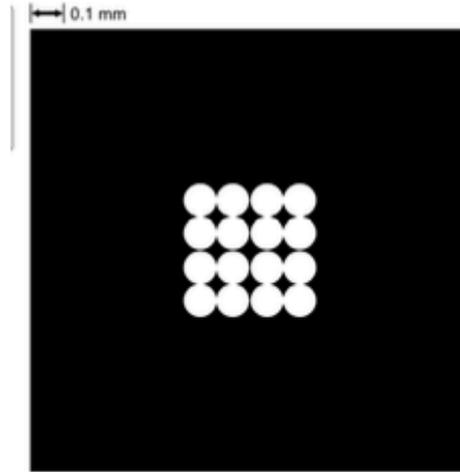
Objeto 4



Rede cruzada



(a) Quarto padrão de difração fornecido



(b) Padrão de difração obtido pelo objeto à esquerda na simulação PhET no ambiente 'Difração'

# Fendas

- **Diferenças?**

- A fenda dupla tem um padrão de interferência junto com a difração
- Situação extrema para a grade de difração...

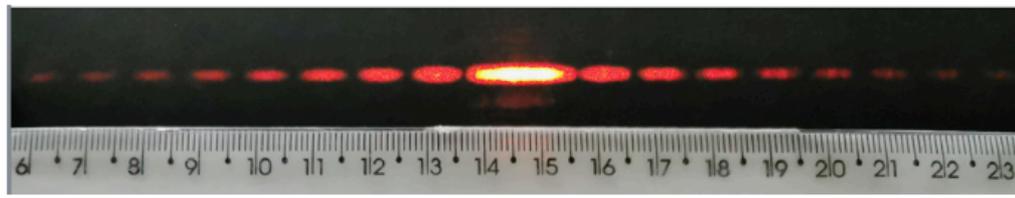


Figura 27: Fenda simples

Observa-se que a intensidade da onda decai rapidamente ao se distanciar do centro da projeção, ponto que forma uma reta com o centro da fonte de luz perpendicular ao anteparo. Além disso, há uma alternância periódica, entre luz e sombra, sendo que os trechos iluminados são maiores que os trechos escuros. Há uma pequena difração acima e abaixo da faixa iluminada central.

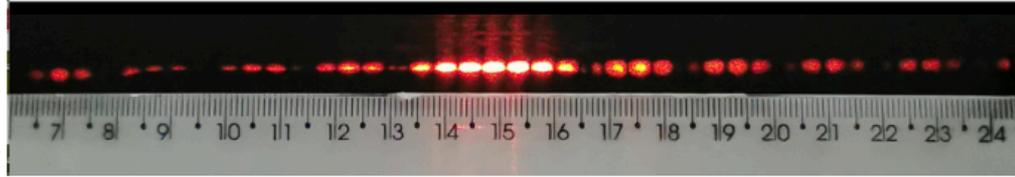


Figura 28: Fenda dupla

Nessa projeção dá pra se observar que após quatro faixas de luz, a primeira e a última com pouca intensidade, há um espaço escuro maior, possivelmente um espaço com muita interferência destrutiva. Ademais, as 5 faixas centrais possuem difração na vertical, sem alternância de interferências observáveis.

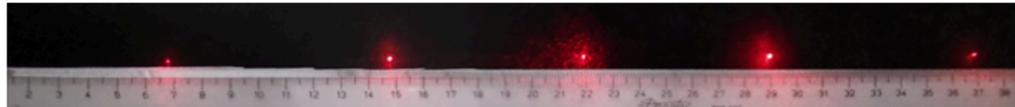


Figura 29: Grade

Na figura acima, há também a variação de intensidade ao se distanciar do centro da projeção. É possível notar que a difração possui um aspecto de ruído, sendo mais intensa nos pontos mais centrais.