

Física Experimental IV - 10ª aula
<http://www.dfn.if.usp.br/~suaide/>

Alexandre Suaide

Ed. Oscar Sala

sala 246

ramal 7072

Experiência II

Óptica Geométrica e Física

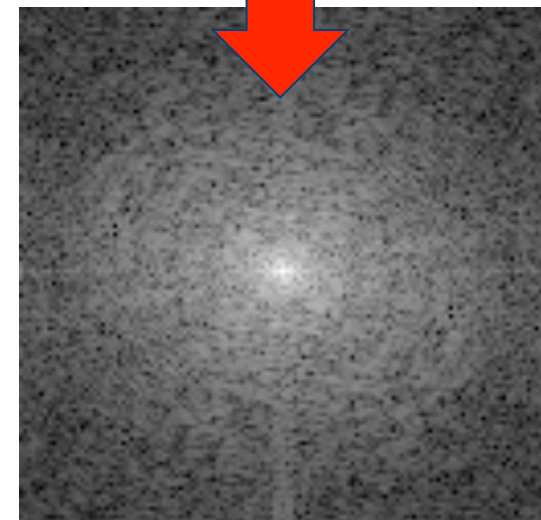
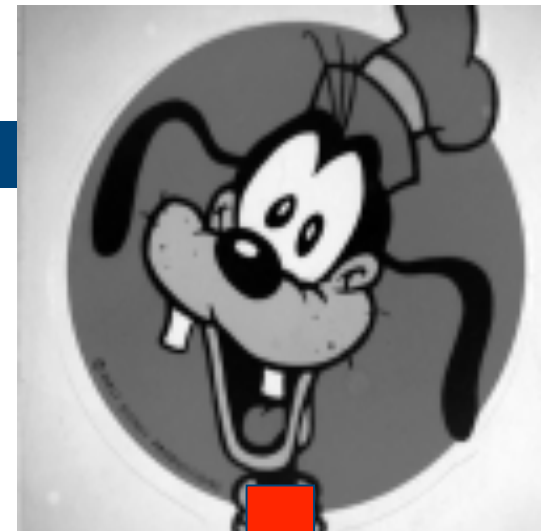
- Objetivos – Estudar alguns fenômenos de óptica física e geométrica
 - Estudo de lentes simples, sistemas de lentes e construção de imagens
 - Interferência e difração
 - Computador óptico
 - Análise de Fourier bi-dimensional
 - Processamento de imagens

Transformada de Fourier (F.T.) de uma imagem

- No caso bi-dimensional, basta decompor em duas freqüências, uma para cada dimensão da imagem

$$c_{nm} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} I(x,y) e^{-j(nx+my)} dx dy$$

- Neste caso, ao invés de fazer um gráfico unidimensional, a transformada de Fourier corresponde a um gráfico bi-dimensional cujo valor no 3º eixo corresponde a y .

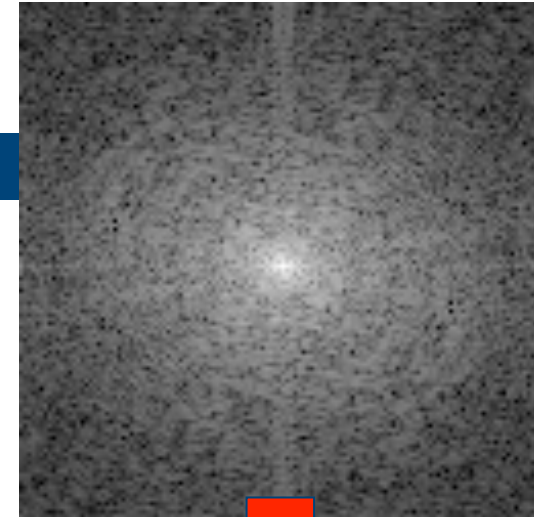


Transformada inversa de Fourier

- Se eu conheço c_{nm} eu posso recuperar a informação de intensidade espacial através de

$$I(x, y) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \sum_{m=-\infty}^{\infty} c_{nm} e^{j(nx+my)}$$

- Isto é chamado transformada inversa de Fourier e nada mais é que a transformada da transformada de Fourier (mas note o sinal trocado na exponencial).



Atividades da semana

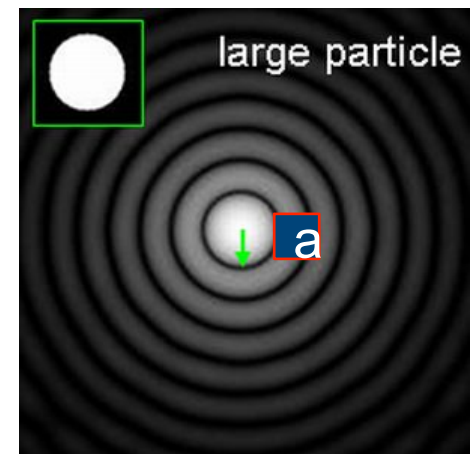
- Processamento de imagens com imageJ
 - ImageJ pode ser baixado gratuitamente do endereço:
 - <http://rsbweb.nih.gov/ij/>
 - Olhe os tutoriais, em especial:
 - Para filtragem de imagens:
 - <http://rsbweb.nih.gov/ij/docs/examples/FFT/index.html>
 - Para medir dimensões através de uma transformada de Fourier:
 - <http://rsbweb.nih.gov/ij/docs/examples/tem/index.html>

Difração de um orifício circular

- Lembra da difração num orifício circular?
 - No caso de orifícios circulares os mínimos correspondem a:

$$\frac{\sin \theta}{\lambda/a} = 1,22; 2,23; 3,24; \dots$$

- (onde **a** é o diâmetro da abertura)



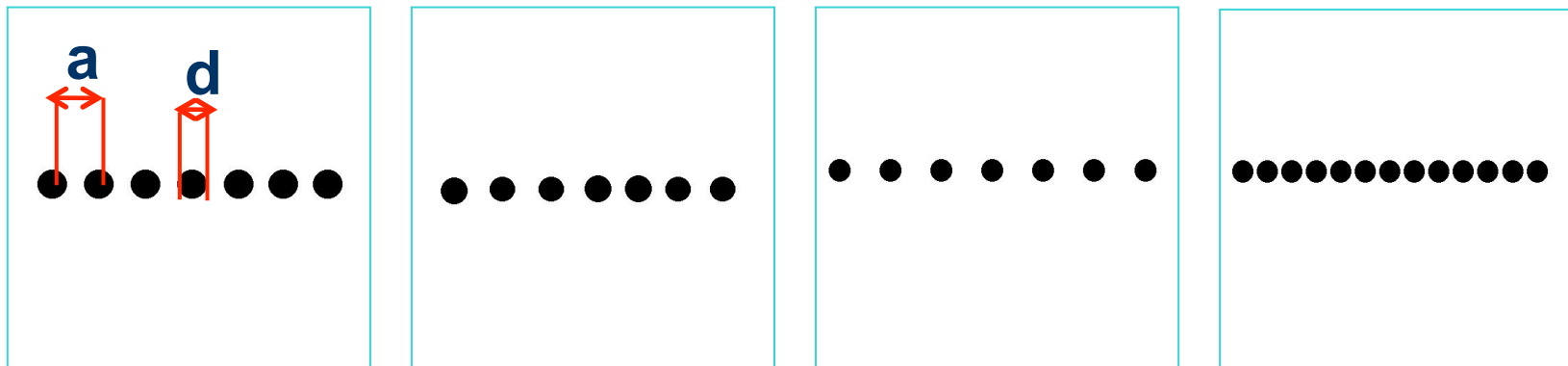
Bolinhas



- Com o **ImageJ** encontre a transformada de Fourier da bolinha negra abaixo.
- Compare com a figura de difração de um orifício circular, que fotografou numa aula anterior.
- Através da transformada de Fourier encontre o diâmetro da bolinha e compare com o diâmetro da figura.

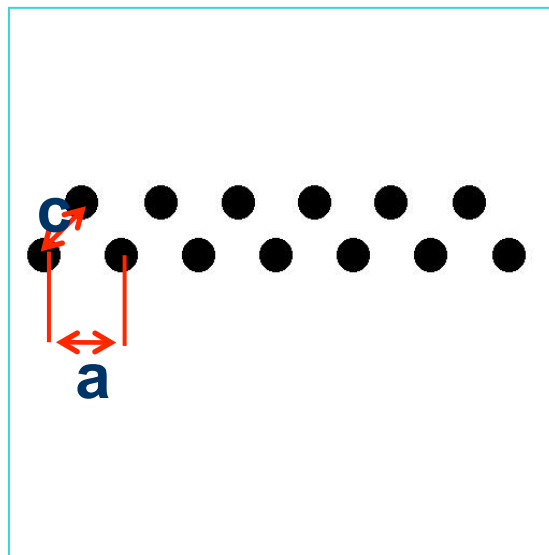
Mais bolinhas

- Encontre a transformada de Fourier dos vários conjuntos de bolinhas.
- nesse conjunto de figuras está variando o diâmetro (**d**) das bolinhas e a distância (**a**) entre elas.
- Identifique essas dimensões nas respectivas transformadas de Fourier.
- Calcule os valores de **a** e **d**, através das transformadas, de todas as figuras e compare com os medidos diretamente nas figuras.



Mais bolinhas

- Obtenha a transformada de Fourier da figura abaixo.
- Estabeleça uma relação dos padrões da transformada com os padrões da figura.
- Calcule o espaçamento horizontal (**a**) entre as bolinhas.
- Calcule o espaçamento diagonal (**c**) entre as bolinhas.



Grade usada semana passada

- Fotografe a grade escura usada no computador ótico. E calcule a transformada de Fourier da grade.
- A seguir:
 - Reproduza os filtros utilizados na bancada para retirar as linhas verticais e horizontais
 - Retire a frequência espacial zero
 - Retire as frequências espaciais altas
- Compare com os resultados obtidos na bancada. No caso do filtro na frequência espacial zero discuta o resultado obtido.

Figura: hemáceas

- Essa é uma micrografia mostrando as células vermelhas, hemácias, de uma amostra de sangue.
- Encontre o diâmetro médio dessas células através da figura de difração que elas produzem.
- Explique e justifique o método.
- Explique as particularidades observadas na figura de difração.

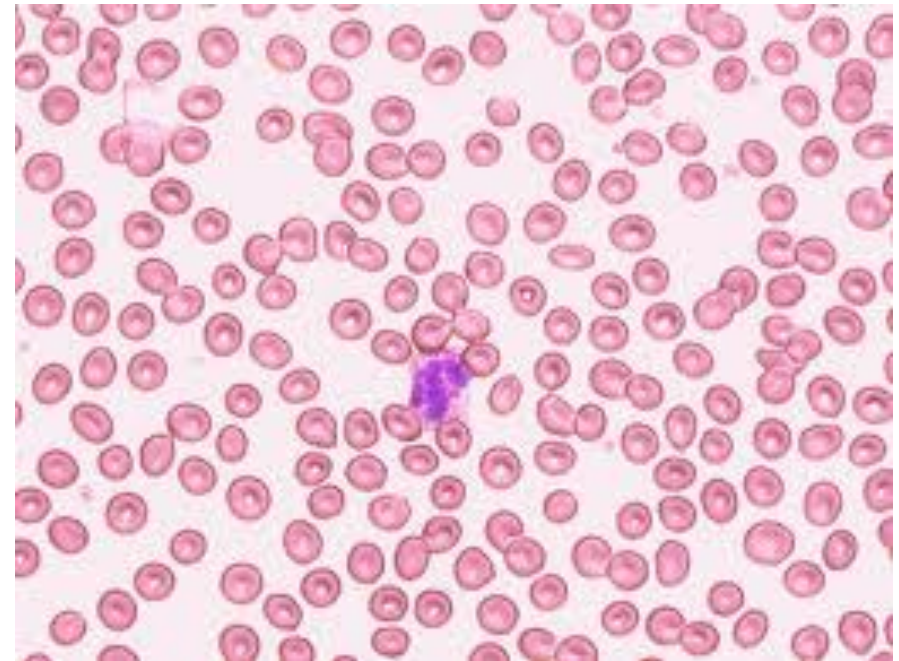


Figura: grades

- Obtenha a transformada de Fourier da foto abaixo.
- Coloque um filtro capaz de remover a grade com perda mínima de definição na imagem.



Figura: capa CD 1

- Obtenha a transformada de Fourier da foto abaixo.
- Coloque um filtro capaz de fazer aparecer, com boa definição, a imagem subjacente.

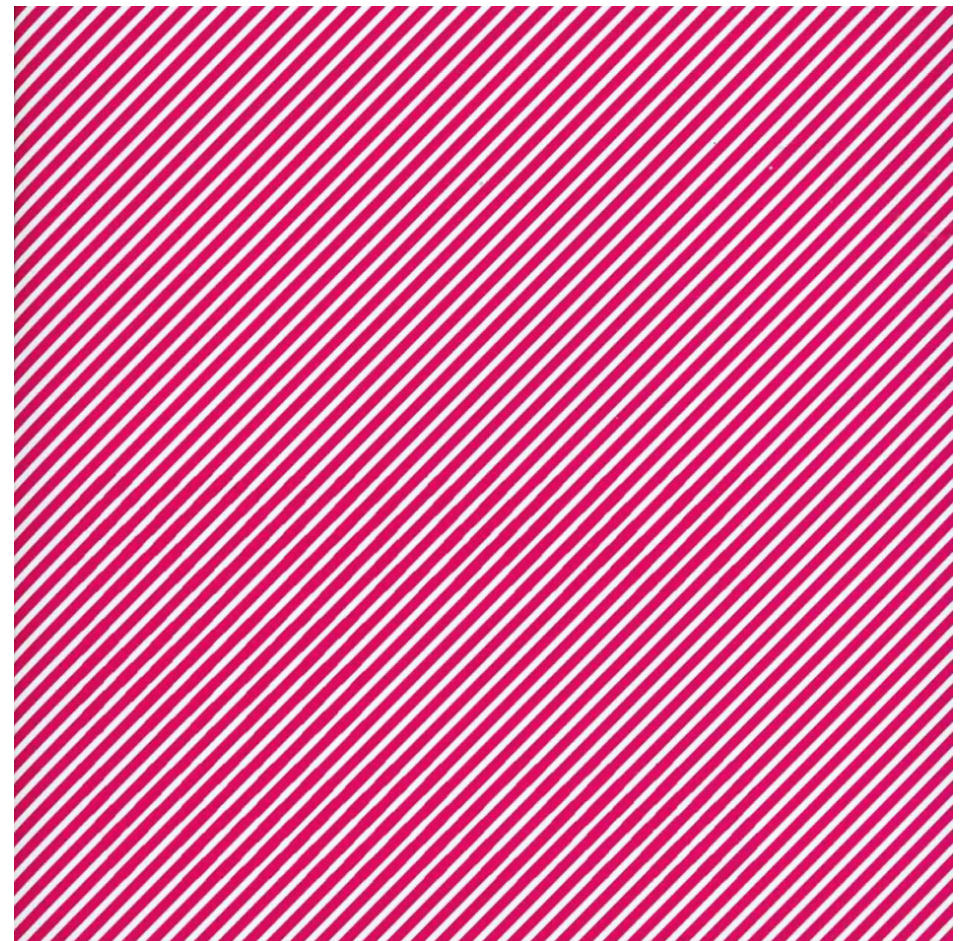
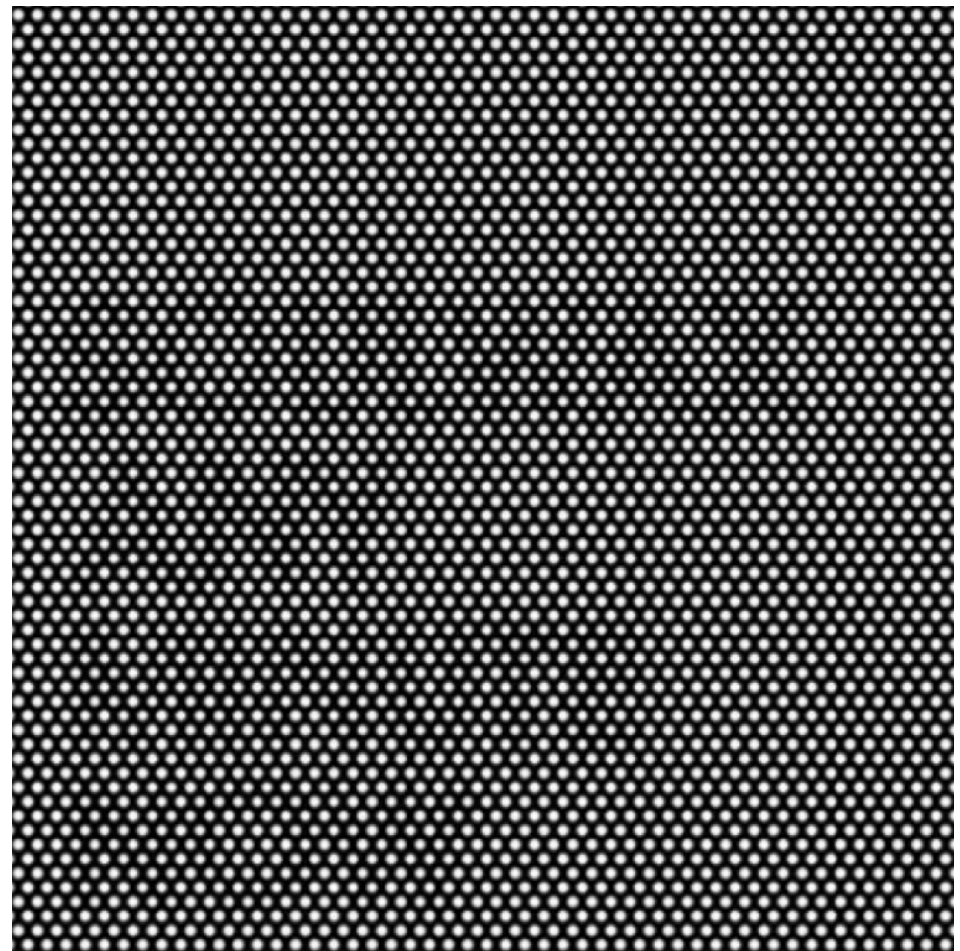


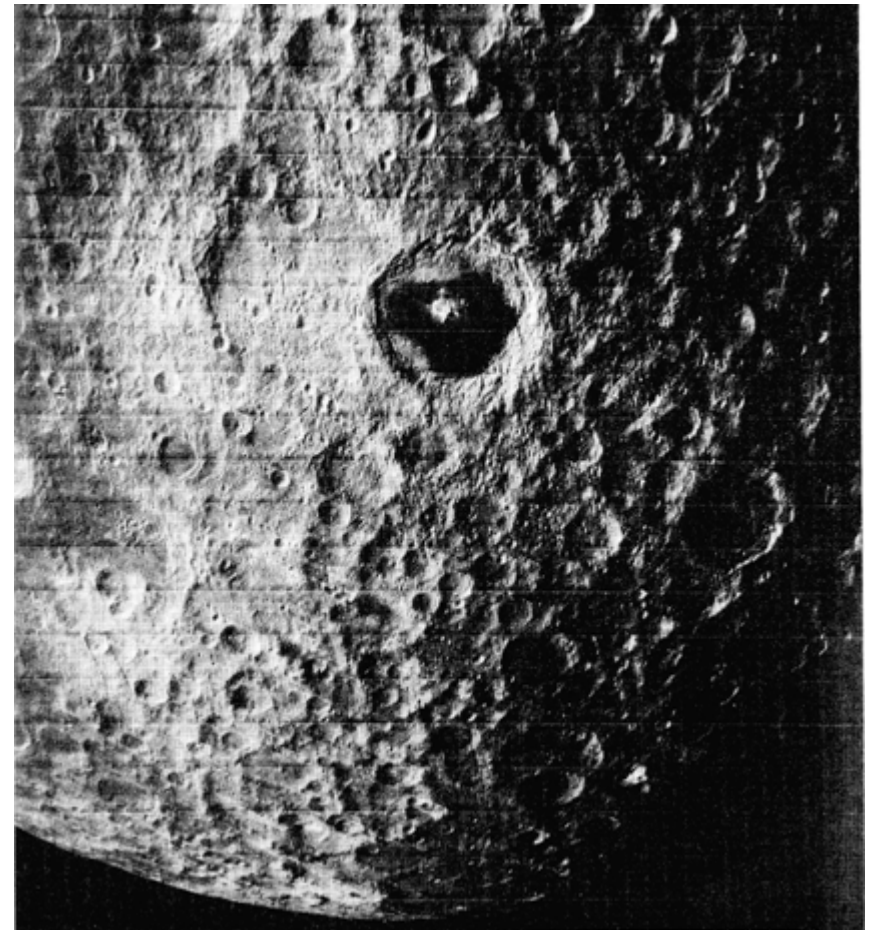
Figura: capa CD 2

- Obtenha a transformada de Fourier da foto abaixo.
- Coloque um filtro capaz de fazer aparecer, com boa definição, a imagem subjacente.

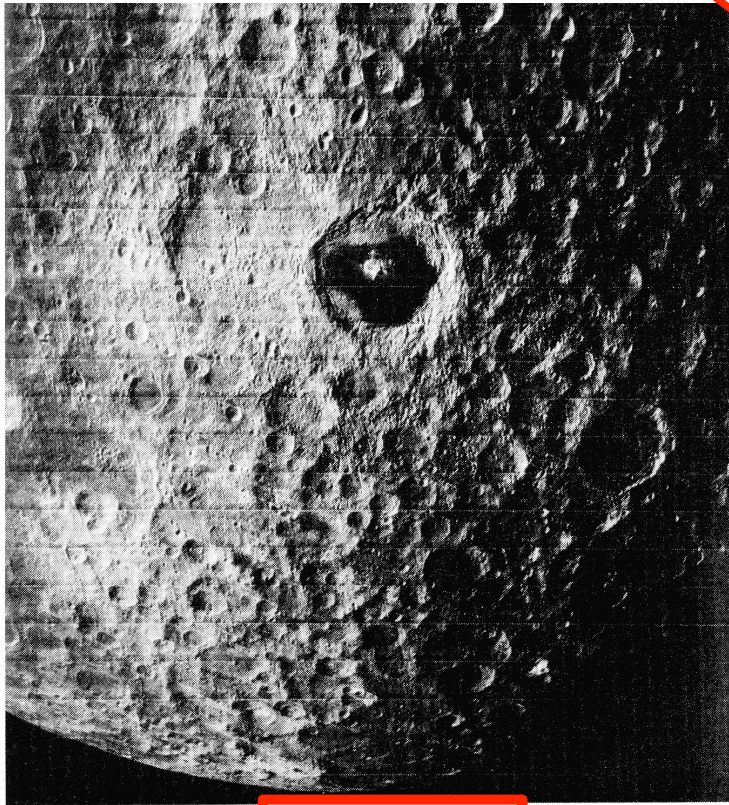


Lua

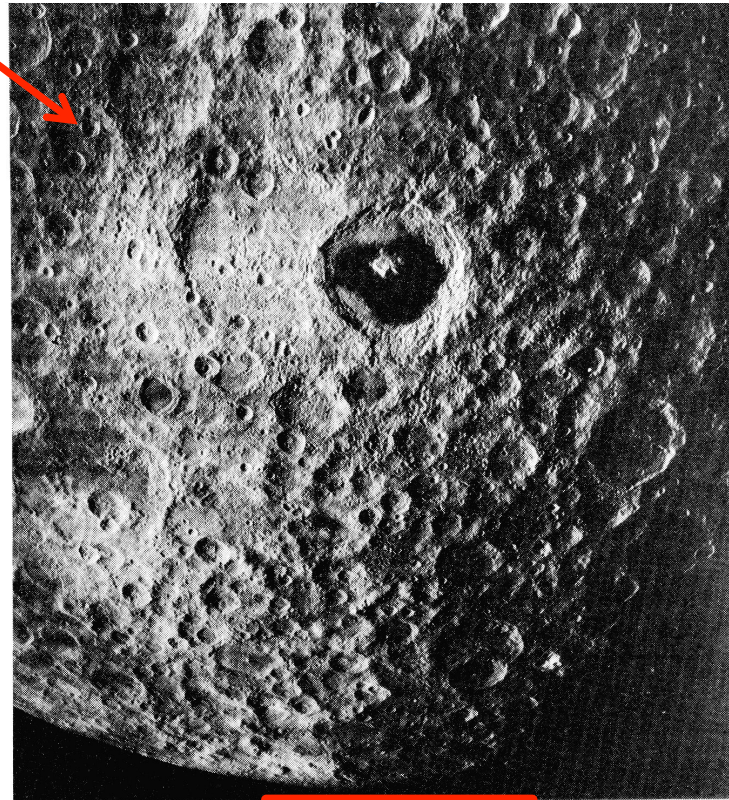
- A imagem da Lua chega à Terra por partes e é recomposta.
- É preciso encontrar filtro adequado para eliminar as listas horizontais com perda de definição mínima.
- O seu resultado deve ser tão bom quanto o obtido no próximo slide.



Lua



Antes



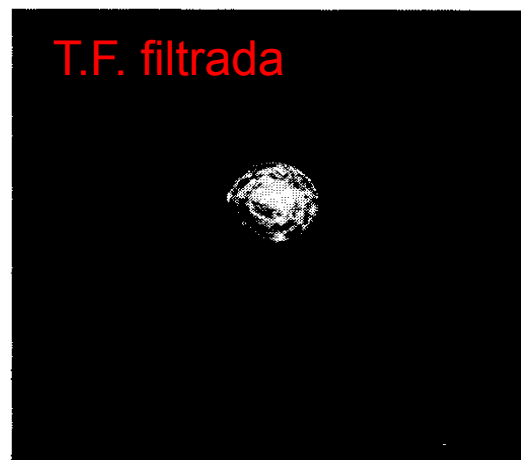
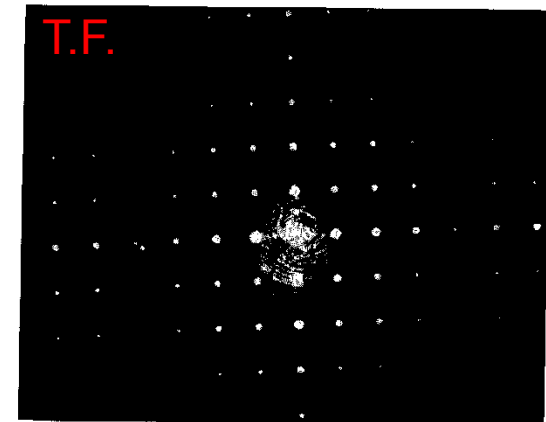
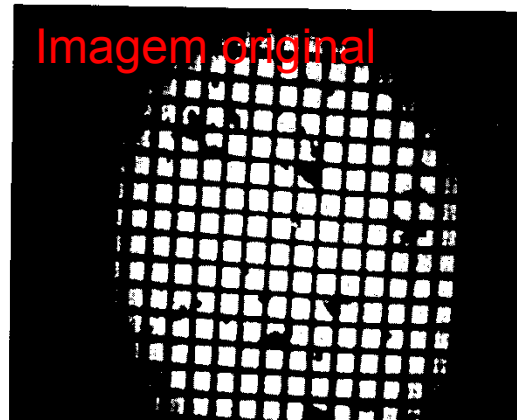
Depois

Atividades da semana

- Como apresentar os resultados?
- Para cada atividade, apresente:
 - Foto inicial
 - Transformada de Fourier da foto inicial
 - No caso de filtragem de imagens
 - Transformada de Fourier filtrada, caso estejamos filtrando imagens
 - Transformada inversa de Fourier
 - No caso da obtenção de dimensões
 - Mostrar os pontos que foram utilizados para determiná-las e como foi feita a análise (critérios de incertezas, por exemplo)
- Comente os resultados

Atividades da semana

- Exemplo de como apresentar os resultados:
- Comentários:
 - bla, bla, bla



Avisos...

- As figuras estão disponíveis no site do LabFlex para download
 - Boa sorte!
- Será levada em conta, na nota da síntese e na do relatório final, a qualidade das imagens filtradas, quando for o caso.
 - ou seja, não adianta entregar uma imagem de baixa qualidade (primeira tentativa) e esperar uma nota “de alta qualidade”.