



Astrofísica Geral

Tema 06: Instrumentos Astrofísicos

Alexandre Zabot

Índice

Telescópios ópticos

Telescópios não-ópticos

Observatórios Astronômicos

Satélites

Outras fontes de informação astrofísica

Detectores

Bibliografia



Índice

Telescópios ópticos

Telescópios não-ópticos

Observatórios Astronômicos

Satélites

Outras fontes de informação astrofísica

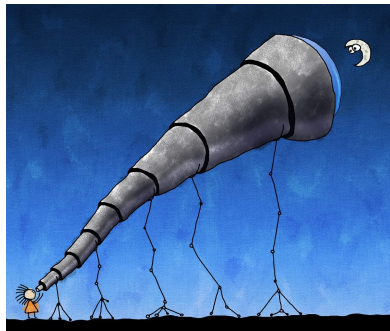
Detectores

Bibliografia



Telescópio Óptico

Qualquer telescópio que atue no visível e proximidades.



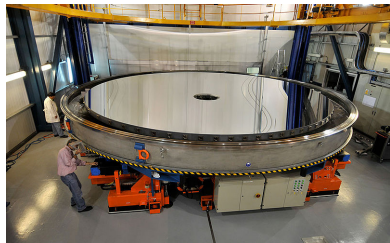
Conceitos básicos

Abertura: diâmetro

Refrator: Objetiva

Refletor: Espelho Primário

Medida de **captação de luz**.



Técnico trabalhando em um dos quatro espelhos do Very Large Telescope. Cada espelho tem um diâmetro de 8.2 m.

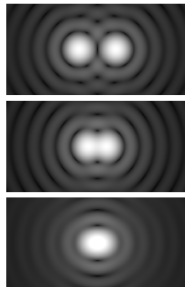


Resolução angular

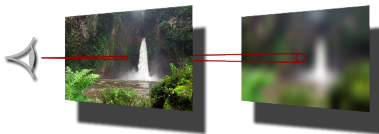
Resolução angular: capacidade de distinguir (resolver) objetos.

$$\alpha = 1.220 \frac{\lambda}{D}$$

- α : Separação angular mínima para distinguir
- λ : Comprimento de onda
- D : Abertura



Figuras de difração de Airy.



Sem resolução angular suficiente, a imagem fica borrada.



Exercício sobre Resolução angular

Exercício 6.1

Qual o diâmetro necessário de um espelho para observar um homem na lua?

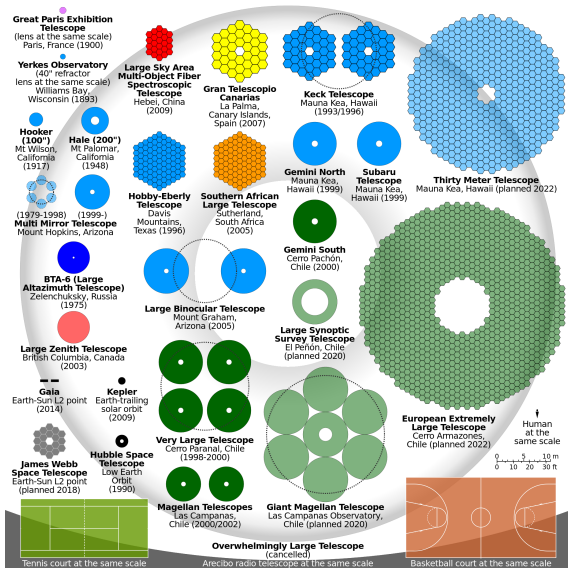


Exercício sobre Resolução angular

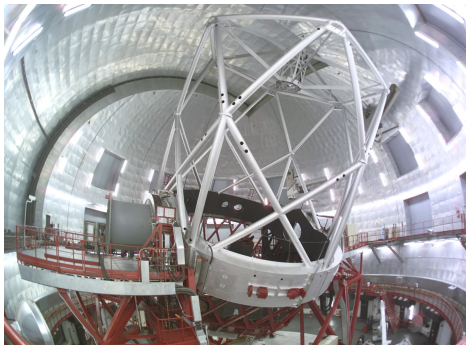
- ▶ Vamos supor que queremos distinguir 3 pontos no homem ($d \sim 0.5$ m);
- ▶ Distância média Lua-Terra: 385 mil quilômetros ($R = 3.85 \times 10^8$ m);
- ▶ Separação angular:
 - ▶ $\alpha = \arctan(d/R) \sim d/R \rightarrow$
 - ▶ $\alpha = 0.5/3.85 \times 10^8 = 1.3 \times 10^{-9}$ rad
- ▶ Observando no óptico $\lambda \approx 5500 \text{ \AA}$ (5.5×10^{-7} m)
- ▶ Assim,
 - ▶ $\alpha = 1.220\lambda/R \rightarrow$
 - ▶ $R = 1.220\lambda/\alpha \rightarrow$
 - ▶ $R = 1.220 \times 5.5 \times 10^{-7}/1.3 \times 10^{-9}$
 - ▶ $\therefore R \approx 516$ m
- ▶ Precisaríamos de um telescópio com um espelho de 500 m



Comparação



Gran Telescopio Canarias



Gran Telescopio Canarias, com uma abertura efetiva de 10.4 m é um dos maiores em atuação hoje.



Vídeo: E-ELT



VÍDEO: O Telescópio Europeu Extremamente Grande (inglês European Extremely Large Telescope E-ELT) é da próxima geração de telescópios, com um espelho com diâmetro de 39 metros. O E-ELT irá observar o universo com ainda mais detalhe de que o Telescópio Espacial Hubble. O projeto deverá custar 1200 milhões de euros e ficar pronto em 2021.

<http://www.eso.org/public/brazil/videos/eso1617a/>



Telescópio SOAR



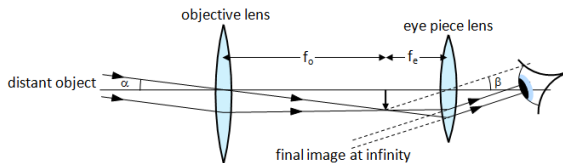
O Brasil pode usar cerca de 1/3 das noites úteis do Telescópio SOAR, que fica no Chile. O SOAR tem uma abertura efetiva de 4.1 m.



Aumento

Aumento:

$$M = \frac{f_{\text{objetiva}}}{f_{\text{ocular}}}$$



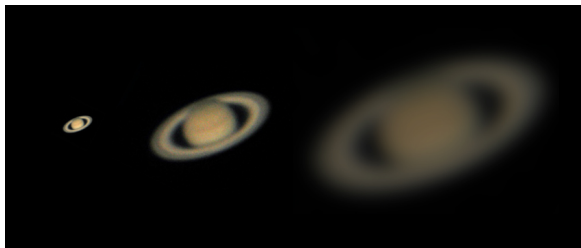
Esquema básico da óptica de um telescópio: o foco da objetiva e da ocular estão no mesmo lugar. Assim, a objetiva forma uma imagem no foco da ocular.



Aumento

Os telescópios não costumam ter grande aumento:

- ▶ Quantidade de luz limitada: imagem fica apagada;
- ▶ Quer se observar o objeto inteiro;
- ▶ Cada telescópio tem uma finalidade diferente.



Imagens de Saturno com aumentos diferentes.



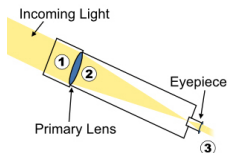
Tipos de Telescópios

Refrator:

- ▶ Vantagens:
 - ▶ Design simples de montar
 - ▶ Óptica "fixa" não exige realinhamentos constantes
 - ▶ Fácil de deslocar
- ▶ Desvantagens:
 - ▶ Quando grande: caro, pesado e comprido
 - ▶ Depende de boas lentes



Telescópio Refrator no Observatório Astrômico do Vaticano.



Esquema básico de um Telescópio Refrator.



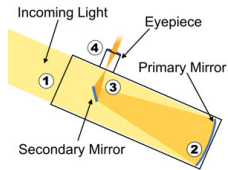
Tipos de Telescópios

Refletor:

- ▶ Vantagens:
 - ▶ Mais compacto que o refrator
 - ▶ Espelhos são mais baratos que lentes
 - ▶ Espelhos produzem menos problemas de imagem
- ▶ Desvantagens:
 - ▶ Espelhos precisam ser realinhados
 - ▶ Tubos longos para telescópios grandes



Telescópio Refletor “amador”.



Esquema básico de um Telescópio Refletor.



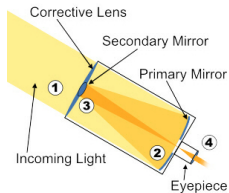
Tipos de Telescópios

Catadióptrico

- ▶ Vantagens:
 - ▶ Muito compactos
 - ▶ Fácil transportar e guardar
 - ▶ Une vantagens de lentes e espelhos
- ▶ Desvantagens:
 - ▶ Perde mais luz nas muitas partes ópticas
 - ▶ Óptica muito complexa



Telescópios catadióptricos de pequeno e médio porte são muito comuns.

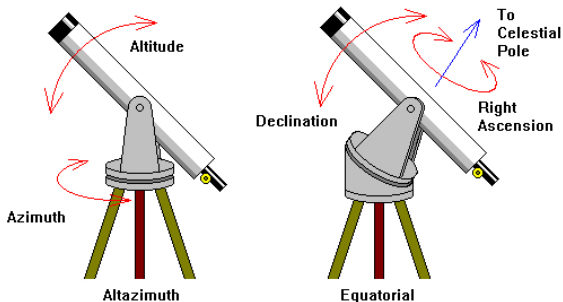


Esquema básico de um Telescópio Catadióptrico.



Montagem

É preciso movimentar os telescópios. Há 2 tipos mais usados:



As duas montagens mais comuns: alt-azimutal e equatorial.



Índice

Telescópios ópticos

Telescópios não-ópticos

Observatórios Astronômicos

Satélites

Outras fontes de informação astrofísica

Detectores

Bibliografia



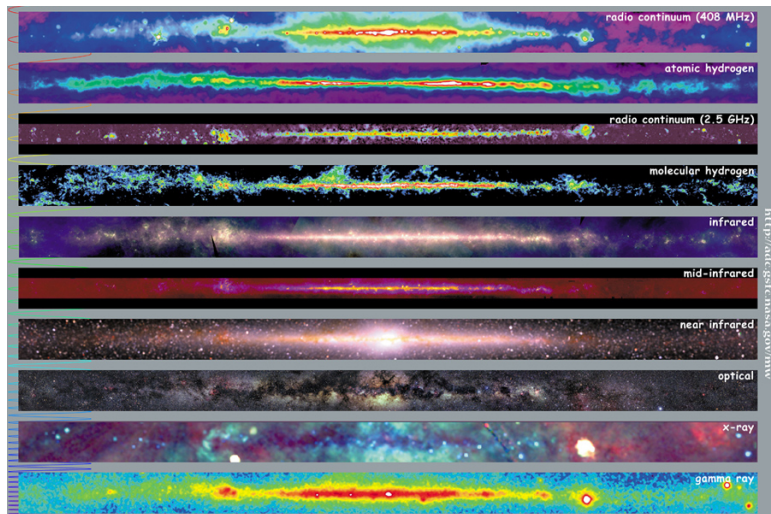
Observações em vários comprimentos de onda



Galáxia M51 em vários comprimentos de onda diferentes.



Observações em vários comprimentos de onda



Via-láctea em vários comprimentos de onda diferentes.



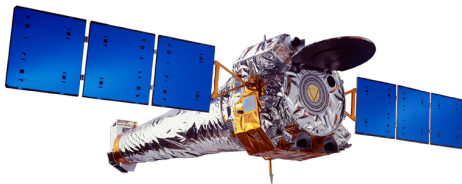
Rádio telescópio



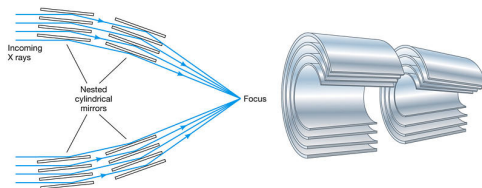
Para observar em rádio e microondas, usa-se antenas.



Telescópio de Raio-X



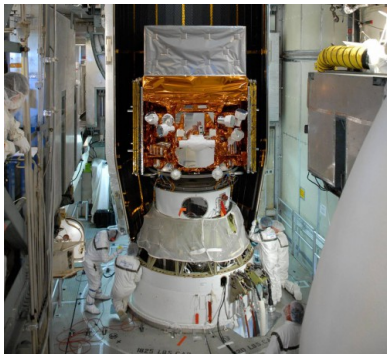
Telescópio Espacial Chandra, observa em raio-x.



Observar em raio-x é mais complicado.



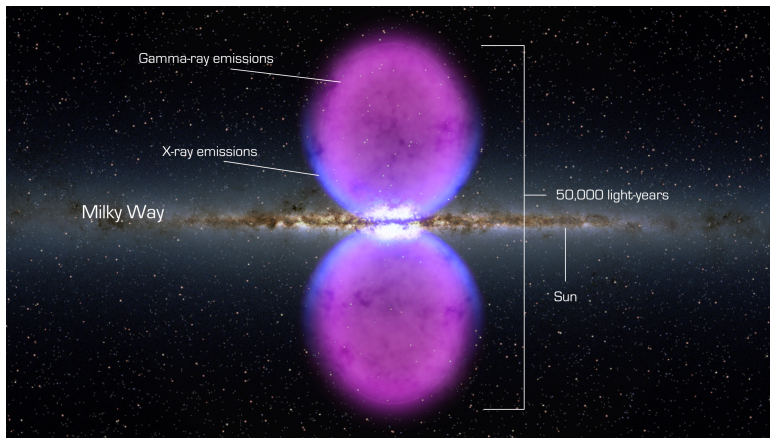
Telescópio de Raios-gama



Telescópio Espacial Fermi, observa em raios-gama, sendo preparado para o envio.



Glóbulos da Via-láctea



Estes glóbulos em torno da Via-láctea, causados pelo Buraco Negro no seu centro, só podem ser observados em raios-x e raios-gamma.



Índice

Telescópios ópticos

Telescópios não-ópticos

Observatórios Astronômicos

Satélites

Outras fontes de informação astrofísica

Detectores

Bibliografia



Observatórios Astronômicos

Um observatório precisa:

- ▶ Céu limpo
- ▶ Ar seco
- ▶ Pouca poluição luminosa
- ▶ Menor coluna de ar possível

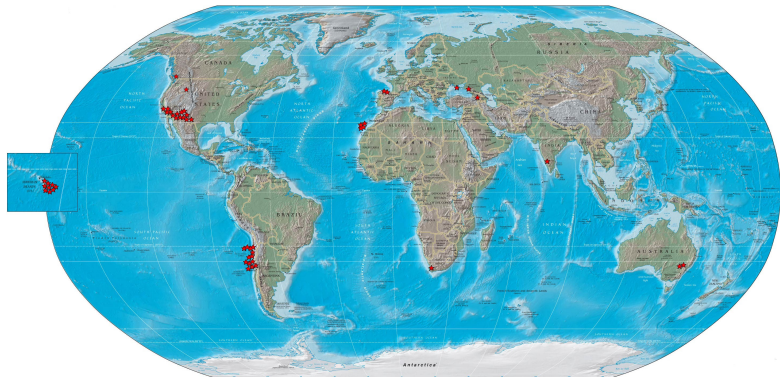
Solução: montanhas



Observatório Astronômico de Mauna Kea – Havai. Um dos mais altos do mundo: 4200 m.



Observatórios Astronômicos



Localização dos maiores telescópios ópticos do mundo, estão todos em montanhas.



Observatórios Astronômicos

O maior problema de instalar um novo observatório é a infraestrutura.

- ▶ Acesso
- ▶ Alimentação
- ▶ Trabalho de manutenção
- ▶ Hospedagem
- ▶ Internet
- ▶ Impacto ambiental

Solução: montanhas



Observatório La Silla – Chile, contém quase uma dezena de telescópios para aproveitar a infraestrutura já instalada no local.



Observatórios Astronômicos

O LNA está subordinado ao MCT, coordena o OPD e participa do gerenciamento de convênios e observatórios internacionais que têm participação brasileira.



Observatório Astronômico Pico dos Dias, MG. Telescópio de 1.6 m, principal telescópio no OPD.



Poluição luminosa



Comparação de Poluição Luminosa.



Foto de satélite da Itália a noite.



Índice

Telescópios ópticos

Telescópios não-ópticos

Observatórios Astronômicos

Satélites

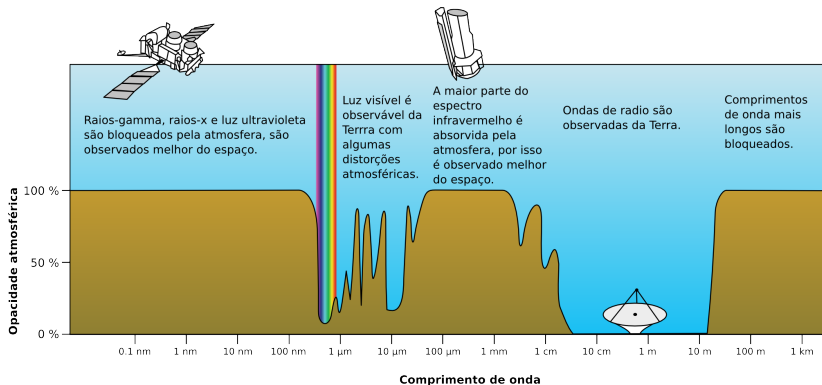
Outras fontes de informação astrofísica

Detectores

Bibliografia



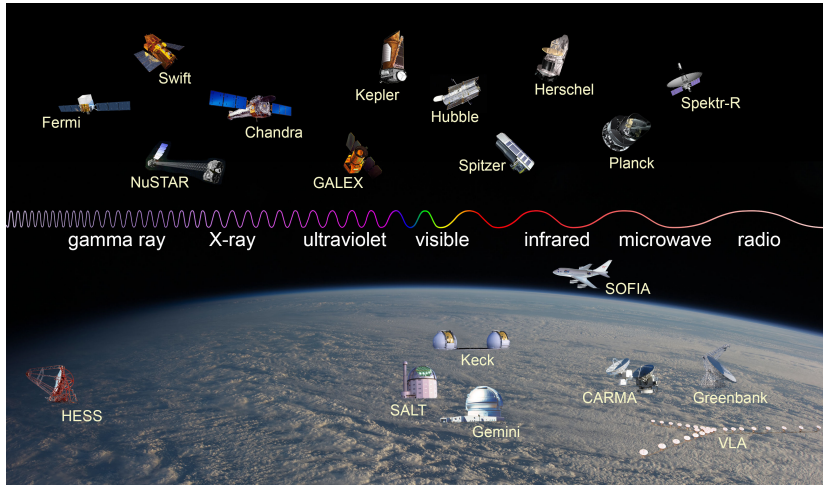
O papel da Atmosfera na Astronomia



A atmosfera impede a observação de alguns comprimentos de onda.



Principais satélites e telescópios



Principais satélites e telescópios, de acordo com a faixa espectral.



Índice

Telescópios ópticos

Telescópios não-ópticos

Observatórios Astronômicos

Satélites

Outras fontes de informação astrofísica

Detectores

Bibliografia



Meteoritos

- ▶ Idade do Sistema Solar
- ▶ Objetos mais antigos conhecidos
- ▶ Composição química preservada
- ▶ Química da formação do Sistema Solar
- ▶ Evolução do Sistema Solar
- ▶ História geológica da Terra e da Lua
- ▶ Semeadores de vida?

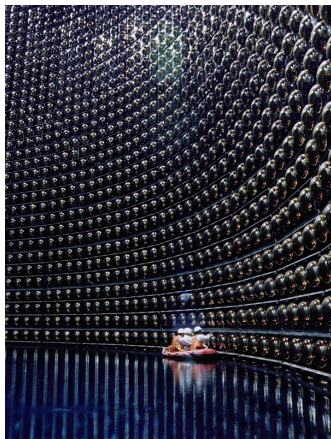


Pe Guy Consolmagno, SJ, curador da coleção de meteoritos do Observatório do Vaticano.



Neutrinos

- ▶ Modelos estelares
- ▶ Física da fusão nuclear
- ▶ Evolução estelar
- ▶ Cosmologia



Super-Kamiokande: detector japonês de neutrinos.



Raios cósmicos

- ▶ Cosmologia
- ▶ Supernovas
- ▶ Física de partículas elementares



Lattes no caminho para o Laboratório de Física Cósmica no Monte Chacaltaya. O Laboratório tem a vantagem do acesso por estrada desde La Paz, aliada à excepcional altitude de 5200 m. O ponto culminante do Monte Chacaltaya tem mais 400 m, mas a grande maioria das instalações do Laboratório se encontram na cota de 5200 m. Ao fundo, na foto, o majestoso Huayna-Potosí, montanha vizinha, com neve permanente e mais de 6000 m de altitude.



Ondas Gravitacionais

- ▶ História do artigo do Einstein
- ▶ Colisões entre objetos compactos
- ▶ Cosmologia
- ▶ Confirmação da Relatividade Geral



LIGO: um dos maiores experimentos de ondas gravitacionais, fica nos EUA.



Índice

Telescópios ópticos

Telescópios não-ópticos

Observatórios Astronômicos

Satélites

Outras fontes de informação astrofísica

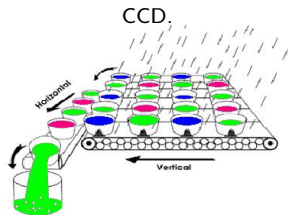
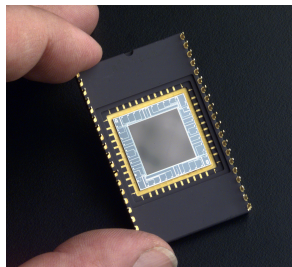
Detectores

Bibliografia



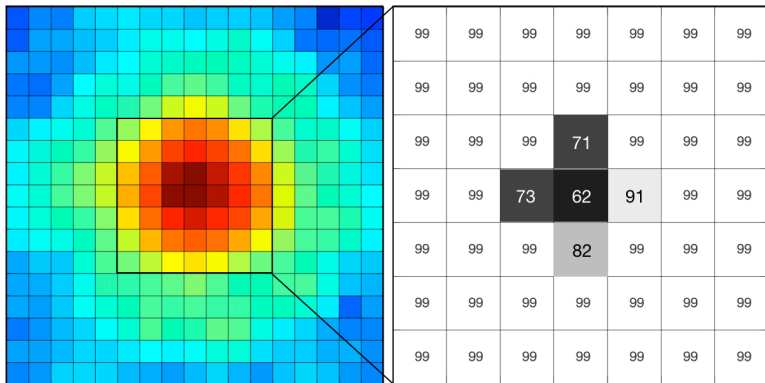
CCDs

- ▶ Charge-coupled device
(Dispositivo de carga acoplada)
- ▶ Imagens digitais
- ▶ Alta eficiência
- ▶ Leitura rápida
- ▶ Preço razoável



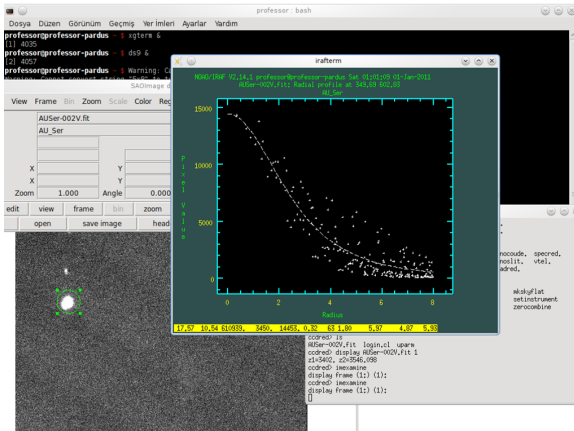
Leitura de um CCD.





Uma imagem é, na verdade, uma matriz de números.



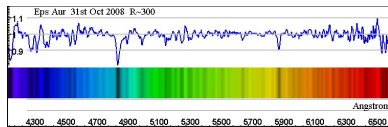


Softwares são usados para analisar as imagens quantitativamente.

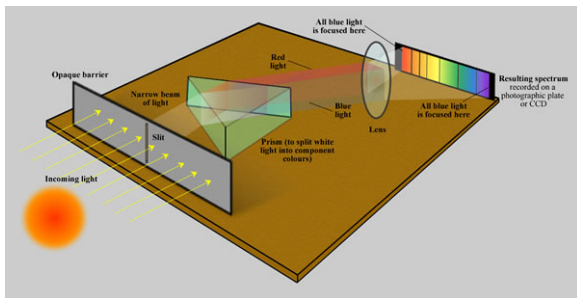


Espectrógrafo

- ▶ Decompõe a luz em frequência
- ▶ Permite aprofundar na física
- ▶ Exige objetos mais luminosos



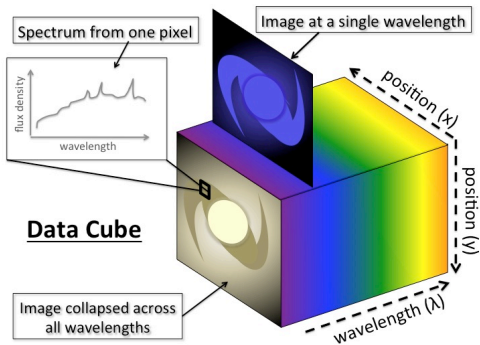
Espectro gerado por um espectrógrafo.



Esquema básico de um espectrógrafo.



Cubo de dados



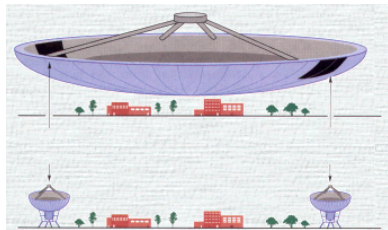
Cubo de dados: sonho de consumo de todo Astrofísico.

Ainda falta a dimensão tempo.



Interferometria

- ▶ Grande resolução
- ▶ Pequena captação de luz
- ▶ Objetos brilhantes



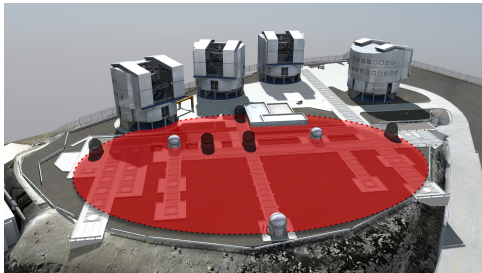
Interferometria aumenta o poder de resolução.



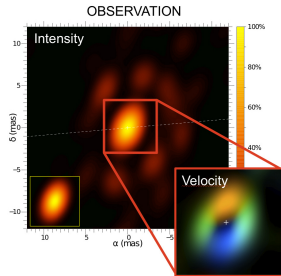
Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA), no Chile. São 66 radiotelescópios atuando juntos.



Interferometria



Very Large Telescope podem atuar como interferômetros



Disco protoplanetário da estrela HD 62623.



Índice

Telescópios ópticos

Telescópios não-ópticos

Observatórios Astronômicos

Satélites

Outras fontes de informação astrofísica

Detectores

Bibliografia



Fontes para estudo

- ▶ O céu que nos envolve, capítulo 2
- ▶ Curso de Astronomia do Prof. Steiner, aulas 2 a 5
- ▶ Várias seções em <http://astro.if.ufrgs.br/>
- ▶ As ferramentas do Astrônomo em <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/ferramentas.pdf>



REALIZAÇÃO

