

TELESCÓPIOS

EIXO PRINCIPAL

O telescópio é um aparato que coleta a luz e é a principal ferramenta de trabalho em Astronomia. A evolução do telescópio ao longo destes 4 séculos foi extraordinária e se confunde com a própria evolução do conhecimento astronômico.

LEGENDA do telescópio em exposição:

Uma luneta simples, de tamanho semelhante à usada por Galileu. É um tubo contendo lentes em suas extremidades. Num extremo colocamos os olhos para registrar, junto à lente ocular, a luz coletada pela lente objetiva, situada no outro extremo. É um telescópio refrator.

EIXO SECUNDÁRIO

A observação ocular. É a forma mais comum de observação da Astronomia amadora. Aqui em Porto Alegre, você pode fazer observações oculares no Observatório Astronômico, no Planetário e nos cursos do Observatório Educativo Itinerante da UFRGS (ver material sobre essas atividades nesta exposição). A observação ocular raramente é feita por astrônomos profissionais nos dias de hoje.

Gautier.jpg: Telescópio principal do Observatório Central da UFRGS, situado próximo daqui. A lente objetiva tem 19cm de diâmetro. O Observatório, que é uma instituição centenária, fundada em 1908, recebe o público de 2a-feira a 5a-feira, ao anoitecer, para observação do céu.



EIXO PRINCIPAL

O processo de aprimoramento dos telescópios foi gradual. Mais de 50 anos após Galileu, Isaac Newton e Robert Hook construíram os primeiros refletores, que usam espelhos ao invés de lentes.

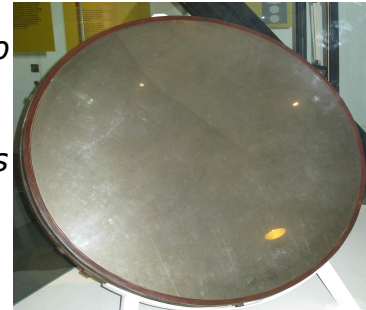
LEGENDA de objeto: Telescópio refletor com espelho de 30cm usado pelo Observatório Educativo Itinerante da UFRGS (OEI).

Comentário do Basílio: pode ser também exibido o refrator do início do século XX, que o Claudio e Bica mencionaram na última reunião. Isso daria um contraste interessante, não só evolutivo, mas acentuando os 2 tipos de telescópios.

EIXO PRINCIPAL

Quase um século depois de Newton, William Herschel construiu o seu refletor gigante, com o qual mapeou a Via-Láctea e identificou milhares de objetos difusos, aos quais chamou de *nebulae*.

40-foot_telescope_mirror.jpg: O espelho do grande telescópio de William Herschell, responsável pela descoberta de várias luas de Saturno e de inúmeras nebulae. Em terminologia atual, essas últimas são coisas diversas: desde nuvens de gás no interior da Galáxia até outras galáxias.



Fonte:

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/05/40-foot_telescope_mirror.jpg

EIXO SECUNDÁRIO DO CONTEÚDO

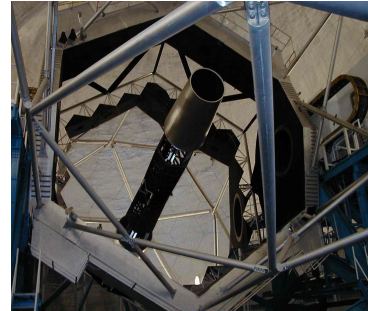
O telescópio é um aparato que coleta a luz. Quanto maior a superfície que coleta a luz, seja a lente objetiva nos telescópios refratores ou o espelho primário nos refletores, mais luz coletada e mais tênues são as fontes que nosso olho pode captar. As lentes objetivas dos primeiros telescópios de Galileu tinham 5.7 cm de diâmetro. Hoje, os maiores telescópios do mundo têm superfícies de coleta da luz de 10m ou mais, sendo todos baseados em reflexão da luz por espelhos (refletores, portanto).

geminin-telescope-hr.tif: Um dos 2 telescópios Gemini, com espelho de 8m de diâmetro, visto do alto da cúpula. O Brasil participa do consórcio Gemini, podendo utilizar tanto o que está no Havaí (na foto), quanto o que está no Chile.



Fonte: <http://gemini.physics.ox.ac.uk/photos/geminin-telescope-hr.tif>

KeckI-espelho.jpg: Vista do telescópio Keck I a partir do alto da sua cúpula. Além da estrutura de suporte, vemos claramente o espelho segmentado de 10m, que contém 36 peças hexagonais. A luz incide neste espelho primário e é refletida para o secundário, o qual fica dentro do tubo metálico no centro da foto. Do secundário, a luz então é enviada novamente para baixo, ao longo do eixo central do telescópio, até os instrumentos de análise.



Fonte: <http://keckobservatory.org/gallery>

EIXO PRINCIPAL

Além do contínuo aumento do tamanho de espelhos e lentes nos telescópios, e da construção de detectores muito sensíveis, houve recentemente um outro avanço fundamental da observação astronômica: a capacidade de observar não apenas a luz óptica, mas a radiação emitida pelas fontes celestes em todo o espectro eletromagnético.

arecibo.jpg: O maior rádio-telescópio do mundo, com 305m de diâmetro, situado em Arecibo, Porto Rico.

Contrariamente a antenas menores e a telescópios ópticos, a antena de Arecibo não se move livremente, captando as ondas de rádio emitidas pelas fontes astronômicas quando estas transitam sobre o local onde está montada.

Fonte: <http://www.naic.edu/>



EIXO SECUNDÁRIO

As ondas de grande comprimento de onda, chamadas de ondas de rádio, penetram na atmosfera e são coletadas pelos chamados rádio-telescópios. A Rádio Astronomia iniciou-se na primeira

metade do século XX. Hoje há antenas receptoras de ondas de rádio espalhadas pelo planeta, à semelhança do que ocorre com os telescópios ópticos. A diferença principal entre os dois é que os maiores comprimentos de onda da luz exigem que os rádio-telescópios sejam também muito grandes; há antenas coletores com centenas de metros de diâmetro. Uma vantagem na detecção dessas ondas de rádio é que seu grande comprimento de onda facilita a combinação das ondas de uma mesma fonte quando detectadas por mais de uma antena. Essa técnica, chamada de interferometria, aos poucos vai sendo aplicada também no óptico e é capaz de produzir imagens de alta precisão de rádio galáxias a distâncias cosmológicas.

gmrt.jpg: duas das 30 antenas que compõem o rádio-telescópio Gigante de Ondas Métricas (GMRT), situado na Índia. Cada antena tem 45m e elas são distribuídas numa região com 25km de extensão. Como as ondas de rádio atravessam as nuvens, as observações com rádio-telescópios podem ser feitas em condições atmosféricas mais diversas. Além disso, o Sol não é tão brilhante em rádio-frequências, de forma que observações diurnas também são comumente feitas.



http://www.mso.anu.edu.au/%7Eplah/Home_Page_Stuff/GMRT_2006/large/three_dishes_backs.jpg

EIXO PRINCIPAL

Somente com a Astronomia Espacial, baseada em telescópios e detectores a bordo de satélites, foi possível captar radiação de estrelas, galáxias e do meio interestelar em todas as faixas do espectro eletromagnético.

hst_refurb1.jpg: foto do telescópio espacial Hubble em órbita em torno da Terra, tirada por astronautas. O HST capta a radiação UV, óptica e infra-vermelha das fontes celestes, sem que as imagens destes objetos sofram as deformações causadas pela turbulenta atmosfera terrestre.



Fonte:<http://hubble.nasa.gov/>

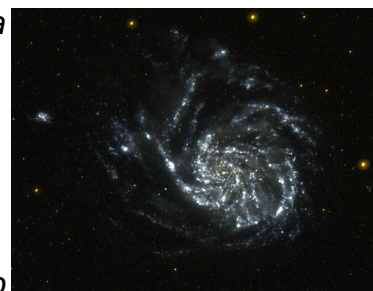
Ver também:

<http://hubble.nasa.gov/multimedia/hubble.php>

EIXO SECUNDÁRIO

Conforme explicado na parte de "Astronomia: a ciência da luz", Existem ondas eletromagnéticas (de luz) cobrindo um amplo domínio (ou espectro) de valores de comprimento (ou frequência). A luz óptica, à qual nossos olhos são sensíveis, é apenas uma pequena fração do espectro. A radiação de pequeno comprimento de onda, os raios gama, os raios X e ultra-violeta, sequer penetram na atmosfera terrestre em grande quantidade. O mesmo ocorre com comprimentos de onda maiores do que o óptico, no infra-vermelho e micro-ondas. Somente com a Astronomia Espacial, baseada em telescópios e detectores a bordo de satélites, foi possível captar radiação de estrelas, galáxias e do meio interestelar nessas faixas do espectro.

M101-galex.tif: Imagem em ultra-violeta da galáxia espiral M101 obtida com o telescópio espacial GALEX. Situada a 27 milhões de anos luz de distância, M101 é uma galáxia semelhante à nossa Via-Láctea, apesar de maior. A luz UV revela as regiões de formação estelar ao longo dos braços em espiral, onde



a radiação de estrelas jovens e quentes aquece o gás à sua volta. A radiação UV é bloqueada pela atmosfera terrestre, em especial pela camada de ozônio.

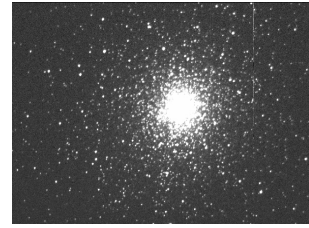
Fonte: http://www.galex.caltech.edu/media/glx2008-01f_img02.html

EIXO SECUNDÁRIO

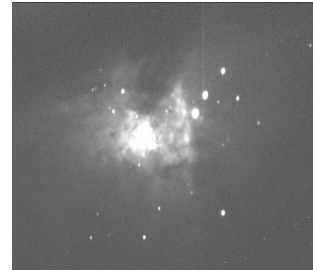
Coletar a luz com o telescópio é apenas parte do processo de observação. É fundamental que se registre a imagem produzida pela luz coletada. Isso exige um detector. No caso da observação ocular, como o nome sugere, o detector é o olho humano. Detectores modernos, como placas fotográficas e os *Charge Coupled Devices* (CCDs), são muito mais eficientes do que o olho e são comumente colocados no foco dos telescópios atuais.

*LEGENDA de objeto em exposição:
câmera CCD que pode ser usada junto com o telescópio do OEI. Vemos também duas imagens com ela obtidas no Campus do Vale da UFRGS.*

47Tuc.jpg: 47 Tuc (NGC 104), aglomerado globular situado a 13400 anos-luz de distância. Imagem obtida no Campus do Vale da UFRGS com uma câmera CCD e o telescópio de 30cm do Observatório Educativo Itinerante (OEI, www.if.ufrgs.br/oei)



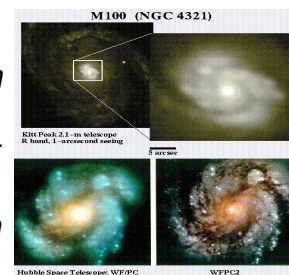
m42.jpg: M42/NGC 1976, nebulosa situada a 1500 anos-luz de distância. Imagem obtida no Campus do Vale da UFRGS com uma câmera CCD e o telescópio de 30cm do Observatório Educativo Itinerante. (OEI, www.if.ufrgs.br/oei)



EIXO SECUNDÁRIO

A atmosfera absorve praticamente toda a radiação, tanto de baixo quanto de alto comprimento de onda. Mesmo a luz no domínio óptico do espectro é em parte absorvida ou espalhada pela atmosfera. Além disso, a luz chega ao solo distorcida pela turbulência do ar atmosférico. O Telescópio Espacial Hubble é essencialmente um telescópio óptico, apesar de ter detectores sensíveis ao UV e ao infra-vermelho. Por evitar a turbulência atmosférica, suas imagens são muito mais bem definidas do que aquelas comumente obtidas em solo.

m100comp.jpg: O efeito da turbulência atmosférica sobre as imagens astronômicas. A parte superior da imagem mostra a galáxia espiral M100 quando observada do Observatório de Kitt Peak, no Arizona, EUA. A parte inferior mostra a região central da mesma galáxia imageada com o telescópio espacial Hubble. A perda de nitidez das imagens obtidas em solo é causada pela turbulência da atmosfera, que espalha a luz no seu caminho até chegar ao telescópio.



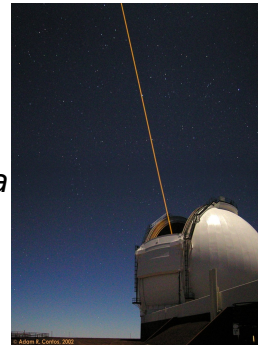
Fonte: http://messier.obspm.fr/more/m100_comp.html

Atualmente, é possível corrigir a distorção atmosférica sobre as ondas de luz usando a técnica de óptica

adaptativa, o que faz com que algumas imagens obtidas em solo tenham a mesma qualidade que as do telescópio Hubble.

KeckII-LGS.jpg: feixe de laser sendo emitido a partir do telescópio Keck II. A emissão de feixes de laser ajuda a corrigir as distorções nas imagens astronômicas causadas pela atmosfera. Esta moderna técnica corretiva se chama Óptica Adaptativa.

Fonte: <http://keckobservatory.org/gallery>



EIXO SECUNDÁRIO

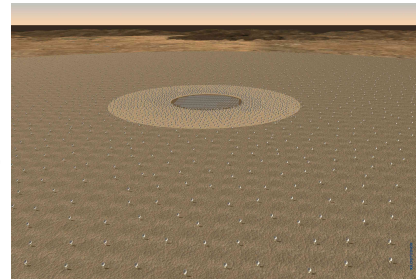
Nos próximos 15 anos novos grandes telescópios entrarão em operação. No óptico, será a vez da geração dos chamados telescópios extremamente grandes (ELTs).

Em comprimentos de onda maiores, estão sendo planejadas ou construídas redes de antenas como no caso da grande rede para ondas milimétricas e submilimétricas do Atacama (ALMA, no Chile) e da rede de quilômetro quadrado (o SKA).

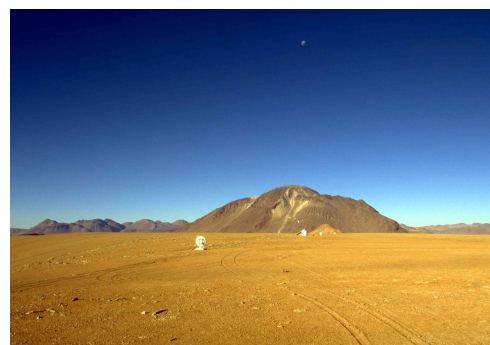
SKA.jpg: concepção artística do que será a rede de antenas SKA, com milhares de antenas distribuídas numa região de centenas de km quadrados de extensão e cuja área de coleta será da ordem de 1 km quadrado.

Fonte:

http://www.jb.man.ac.uk/public/im/SKA_1.jpg



ALMA-sitio.jpg: Sítio no deserto de Atacama, Chile, a 5000m de altitude, onde está sendo construída a rede de antenas para observação de ondas milimétricas e submilimétricas ALMA. Serão ao todo 64 antenas distribuídas numa superfície de até 18 km de extensão.



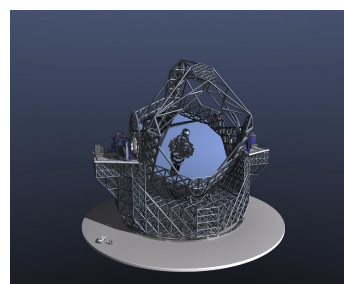
Elas operarão em conjunto, observando um mesmo objeto. Os sinais captados pelas antenas individualmente serão combinados para formar uma imagem de alta resolução, usando a técnica de interferometria.

Fonte: <http://www.alma.nrao.edu/info/>

E-ELT-1.jpg: Uma maquete virtual do que será o super-telescópio Europeu (E-ELT). Note o gigantismo do espelho primário, de 42m, e da cúpula, comparando com os automóveis estacionados do lado de fora.

Fonte:

http://archive.eso.org/friowl-45/images/E-ELT_normalresolution.jpg

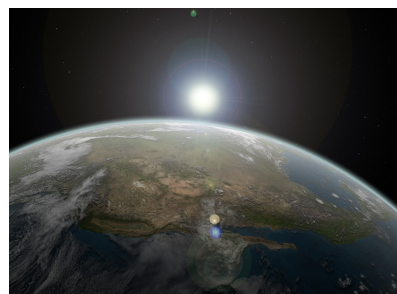


The European Extremely Large Telescope
(Artist's Impression)
ESO PR Photo 46/06 (11 December 2006) © ESO

EIXO PRINCIPAL: Distâncias Astronômicas

A evolução do telescópio permitiu a ampliação dos horizontes astronômicos. As distâncias em Astronomia são tão grandes que faz-se necessário usar unidades próprias, para evitar números excessivamente grandes. A distância média da Terra ao Sol, por exemplo, é de 150 milhões de km. A ela chamamos de Unidade Astronômica (UA). Em notação científica, $1 \text{ UA} = 1.5 \times 10^8 \text{ km}$.

Sun_Earth.jpg: A distância média entre a Terra e o Sol é a Unidade Astronômica. Para o Sistema Solar, a UA é muito conveniente. Júpiter está a 5,2 UA de distância ao Sol. O planeta anão Plutão está a 40 UA. A UA é também usada para medir distâncias dentro de sistemas planetários extra-solares.



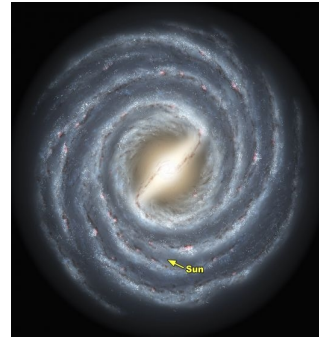
Fonte:http://wallpapers.free-review.net/wallpapers/12/Sun_Earth.jpg

Mas no contexto da nossa Galáxia, por exemplo, mesmo a UA é uma unidade muito pequena. A estrela mais próxima do Sistema Solar, por exemplo, é α Centauro. Sua distância é de 270.000 UA. Já em anos-luz, a mesma distância é um número mais razoável: 4,3 anos-luz. O ano-luz é a distância percorrida pela luz em 1 ano e equivale a quase 10 trilhões de km.

Outra unidade, muito usada pelos astrônomos profissionais, é o parsec (pc). Trata-se da distância a que o sistema Terra-Sol tem que estar de forma que sua separação angular no céu seja de 1 segundo de arco = $1/3600$ do grau. $1 \text{ pc} = 3,26$ anos-luz.

Galaxy-kpc.jpg: A Galáxia, esquematizada nesta figura, tem um diâmetro aproximado de $100.000 \text{ pc} = 100 \text{ kilo-parsecs} = 100 \text{ Kpc}$. As distâncias extragaláticas são geralmente expressas em mega-parsecs, Mpc. Fonte:

http://z.hubpages.com/u/79327_f520.jpg



EIXO SECUNDÁRIO - Astronomia e Tecnologia

Nos anos 80 e 90, a interação de astrônomos com a indústria de ponta levou ao desenvolvimento das atuais câmeras fotográficas digitais, com alta resolução e eficiência. Nos anos 90, os detectores infra-vermelhos ganharam área e sensibilidade, com as especificações arquitetadas por astrônomos junto à indústria. Esses detectores têm aplicações atuais em vigilância e monitoramento. O manuseio de imagens digitais de fontes astrofísicas requereu a construção de softwares para calibração e realçamento de estruturas. Muitas outras áreas da ciência, como medicina e engenharias, utilizam tais softwares, ou versões baseadas nos mesmos princípios, para obtenção de diagnósticos. Os gigantescos telescópios a partir dos anos 90, pesando inúmeras toneladas, podem ser movidos com um toque de mão. Os instrumentos de ponta para o estudo de fontes celestes têm sido carros-chefes no progresso das ciências espaciais, incluindo a robótica.