Universidade de São Paulo
Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas

Apostila Introdutória: Fundamentos da Observação Astronômica e Telescópios do IAG-USP



AUTORA: Lais Amorim Gomes

REVISORA: Larissa Takeda

São Paulo
Setembro de 2026

Sumário

1 Coordenadas Astronômicas e a Esfera Celeste **4**
1.1 Coordenadas Horizontais: Altitude e Azimute . . . 4
1.2 Coordenadas Equatoriais: Ascensão Reta e Declinação . . . 4

2 Tipos de Telescópios **5**
2.1 Telescópios Refratores . . . 5
2.2 Telescópios Refletores . . . 6
2.3 Telescópios Catadióptricos . . . 6
2.4 Outros Tipos . . . 7

3 Tipos de Montagem **7**
3.1 Montagem Altazimutal . . . 7
3.1.1 Telescópios Dobsonianos . . . 8
3.2 Montagem Equatorial . . . 9
3.3 Comparação e Aplicações . . . 10
3.4 Tipos de montagem, encaixes e conexões . . . 10

4 Lentes, Oculares e Sistemas de Foco **11**
4.1 Lente Objetiva e Ocular: Qual a Diferença? . . . 11
4.2 Oculares e o Cálculo do Aumento . . . 12
4.3 A Lente de Barlow . . . 12
4.4 Sistemas de Foco em Telescópios Refletores . . . 13
4.4.1 Foco Primário . . . 13
4.4.2 Foco Newtoniano . . . 14
4.4.3 Foco Cassegrain . . . 14
4.4.4 Foco Nasmyth e Foco Coudé . . . 14
4.5 Razão Focal . . . 14

5 Filtros **15**
5.1 O que são filtros e para que servem? . . . 15
5.2 Como os filtros selecionam a luz? . . . 15
5.3 Observação visual e imagens astronômicas . . . 15
5.4 Composição de imagens com filtros . . . 16
5.5 O exemplo do Hα na observação solar . . . 18

6 Telescópios e instrumentos do IAG-USP **18**
6.1 Telescópios portáteis . . . 18
6.2 Celestron C14 – Observatório do Campus . . . 19
6.3 Telescópio solar Sky-Watcher Heliostar 76 . . . 19
6.4 Binóculos disponíveis no acervo . . . 19
6.5 Escolha e utilização dos instrumentos . . . 20
6.6 Atualização do acervo e considerações finais . . . 20

Introdução

A Astronomia é uma das ciências mais antigas da humanidade, despertando curiosidade e admiração ao longo dos séculos. Para observar o céu e desvendar os mistérios do Universo, os astrônomos contam com ferramentas fundamentais, os telescópios. Estes instrumentos permitem não apenas ampliar a visão de objetos distantes, mas também coletar luz de fontes celestes tênues, revelando detalhes invisíveis a olho nu.

Neste documento, elaborado pela aluna Lais Amorim Gomes e pela Dr. Larissa Takeda, apresentamos uma breve introdução sobre os sistemas de coordenadas astronômicas, essenciais para localizar e rastrear objetos no céu. Abordamos os principais tipos de telescópios existentes, refratores, refletores e catadióptricos, e as montagens que os sustentam, cada uma com características específicas que as tornam adequadas para diferentes aplicações observacionais.

Em seguida, direcionamos nossa atenção para o Telescópio do Observatório do Campus (OC), pertencente ao Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP). Descrevemos suas principais especificações técnicas e capacidades observacionais, destacando sua relevância para os cursos de graduação e pós-graduação de astronomia.

Posteriormente, apresentamos informações adicionais sobre outros telescópios existentes no IAG-USP, bem como sobre os componentes ópticos que os acompanham, tais como lentes e filtros. Embora alguns destes elementos tenham sido mencionados brevemente ao longo do texto, esta seção oferece uma visão mais abrangente sobre os acessórios que potencializam as observações astronômicas.

Ao final deste material, esperamos que o leitor tenha adquirido uma compreensão básica sobre os fundamentos da observação astronômica, os diferentes tipos de instrumentos disponíveis e o panorama dos telescópios do IAG-USP, contribuindo para o conhecimento e a valorização da Astronomia no Brasil.

Boa leitura!

1 Coordenadas Astronómicas e a Esfera Celeste

Para um observador na Terra, podemos imaginar os astros projetados em uma esfera celeste, uma construção imaginária que facilita a localização dos objetos no céu. Assim como usamos latitude e longitude para localizar um lugar na Terra, usamos sistemas de coordenadas para localizar objetos no céu. Existem diferentes sistemas porque podemos escolher diferentes referências: o horizonte do observador, o equador celeste, entre outras coordenadas desejadas.

1.1 Coordenadas Horizontais: Altitude e Azimute

O sistema de coordenadas horizontais é o mais intuitivo, pois usa o horizonte do observador como referência. A posição de um objeto é dada pela *altitude* (ou elevação) e pelo *azimute*. A altitude mede a altura do objeto acima do horizonte, variando de 0° no horizonte a +90° no zênite. O azimute mede a direção do objeto ao longo do horizonte, normalmente contado a partir do Norte (0°) para Leste (90°), Sul (180°) e Oeste (270°).

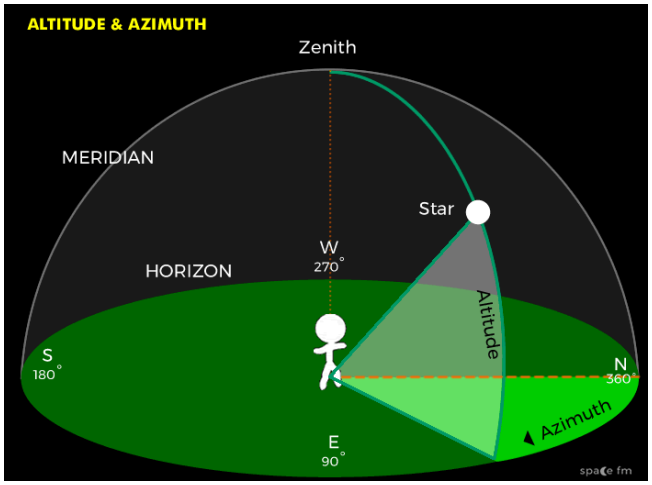


Figura 1: Representação do sistema de coordenadas horizontais, mostrando a altitude e o azimute de uma estrela em relação ao horizonte e aos pontos cardeais. (Crédito da imagem: Space FM.)

Como podemos observar na Figura 1, o diagrama ilustra claramente como a posição de uma estrela é definida. A linha do horizonte serve como referência base, com o zénite no topo. A altitude é o ângulo entre o horizonte e a estrela, enquanto o azimute é o ângulo medido ao longo do horizonte, partindo do Norte (0°) em direção ao Leste (90°). Este sistema é local e dependente do tempo, pois as coordenadas de um astro mudam à medida que a Terra gira, o que é crucial para telescópios com montagem altazimutal que rastreiam objetos ajustando continuamente estes dois valores.

1.2 Coordenadas Equatoriais: Ascensão Reta e Declinação

Para reduzir a dependência da posição do observador e facilitar a representação das posições dos astros, utiliza-se o sistema de coordenadas equatoriais, cuja referência é o equador celeste e os polos celestes. A *declinação* δ é análoga à latitude terrestre e mede a distância angular do objeto ao equador celeste: positiva para norte (até +90° no Polo Norte celeste) e negativa para sul (até −90° no Polo Sul celeste). A *ascensão reta* α é análoga à longitude e é medida ao longo do equador celeste a partir do ponto vernal, sendo usualmente expressa em horas, minutos e segundos, com $0^{\mathrm{h}} \leq \alpha < 24^{\mathrm{h}}$.

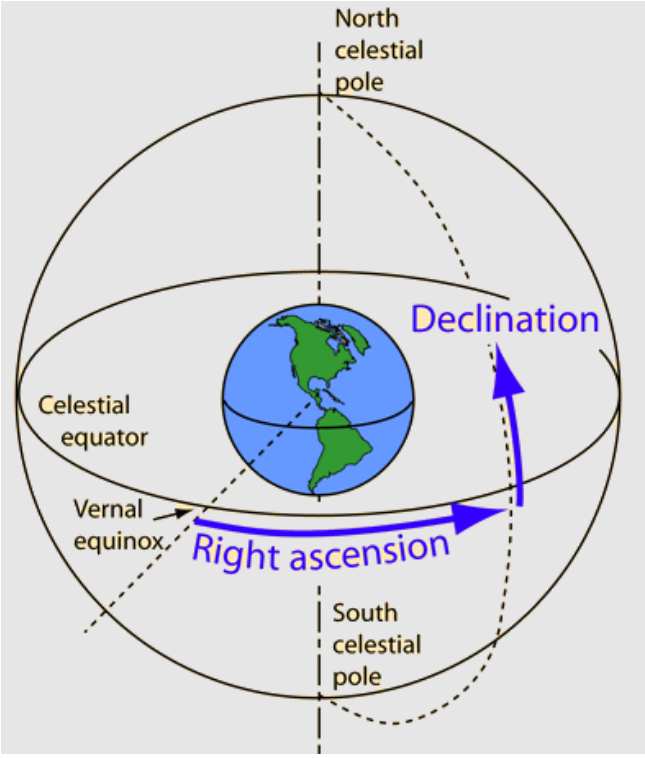


Figura 2: Representação das coordenadas equatoriais, destacando a ascensão reta (α) e a declinação (δ) na esfera celeste. (Crédito da imagem: HyperPhysics.)

A Figura 2, adaptada de um diagrama sobre a órbita da Terra, mostra a base do sistema equatorial. Podemos ver o equador celeste como a projeção do equador terrestre e os polos celestes como a projeção dos polos da Terra. A inclinação de 23.5° do eixo terrestre é responsável pelas estações do ano e define a localização dos solstícios e equinócios, que são referências importantes, como o ponto vernal (equinócio da primavera) de onde se mede a ascensão reta. Este sistema é fixo em relação às estrelas, facilitando o rastreio com montagens equatoriais, que se movem precisamente em ascensão reta e declinação.

2 Tipos de Telescópios

Os telescópios são instrumentos fundamentais para a observação astronômica, permitindo a coleta de luz de objetos distantes e a formação de imagens ampliadas. Existem diversos tipos de telescópios, cada um com características específicas que os tornam adequados para diferentes aplicações. Os três principais tipos de telescópios ópticos são os refratores, refletores e catadióptricos. Além destes, existem também os radiotelescópios e telescópios espaciais, que operam em outros comprimentos de onda ou fora da atmosfera terrestre.

2.1 Telescópios Refratores

Os telescópios refratores, também conhecidos como lunetas, utilizam lentes objetivas para coletar e focalizar a luz. Neste tipo de telescópio, a luz atravessa a lente localizada na extremidade frontal do tubo, sofrendo refração e convergindo para um ponto focal onde a imagem é formada. Este design é o mais antigo entre os telescópios, tendo sido utilizado por Galileu em suas observações pioneiras no século XVII.

Os refratores são particularmente apreciados por oferecerem imagens de alto contraste e grande nitidez, características que os tornam excelentes para observação planetária e lunar. Além disso, por serem selados, exigem pouca manutenção e não necessitam de colimação periódica dos elementos ópticos, como ocorre nos refletores. No entanto, apresentam limitações significativas, sofrem com a aberração cromática, um fenômeno óptico que produz halos coloridos nas bordas das imagens, e o custo de fabricação de lentes com grandes diâmetros é extremamente elevado, o que torna grandes aberturas muito mais difíceis e caras de construir.

Como podemos observar na Figura 3, o diagrama ilustra o caminho da luz através de um telescópio refrator. A luz proveniente do objeto celeste entra pela lente objetiva localizada na extremidade frontal do tubo. Ao atravessar esta lente convergente, a luz é refratada (desviada) e converge para um ponto focal, onde a imagem é formada. A ocular, posicionada após o foco, atua como uma lupa, ampliando a imagem para a observação. Este esquema simples mostra a essência do funcionamento dos refratores, onde o comprimento do tubo está diretamente relacionado à distância focal da lente objetiva.

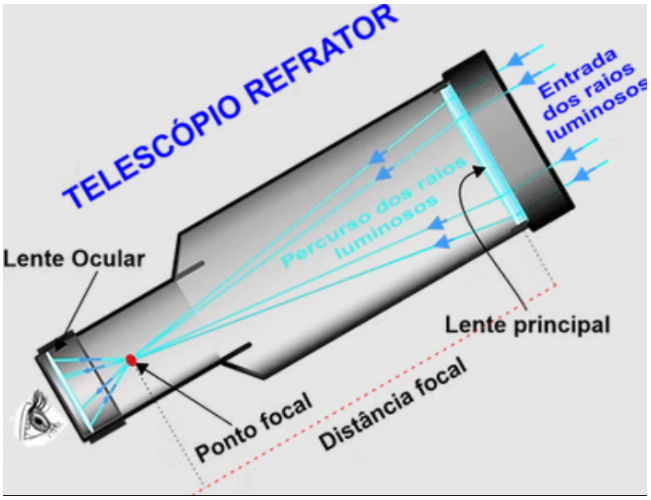


Figura 3: Caminho da luz em um telescópio refrator: a luz entra pela lente principal, percorre o tubo e converge para o ponto focal, onde é ampliada pela lente ocular. (Crédito da imagem: Saber 360)

2.2 Telescópios Refletores

Os telescópios refletores, cujo design foi proposto por Isaac Newton no século XVII (daí o famoso telescópio *newtoniano*), utilizam espelhos para coletar e focalizar a luz. Neste sistema, um espelho primário côncavo reflete a luz incidente em direção a um espelho secundário, que por sua vez a direciona para o foco, onde a imagem é formada. Este princípio permite a construção de espelhos com diâmetros muito maiores que as lentes dos refratores, sendo amplamente utilizados na astronomia profissional.

Uma das principais vantagens dos refletores é a ausência de aberração cromática, já que a reflexão não dispersa a luz em diferentes comprimentos de onda como ocorre na refração. Além disso, os espelhos podem ser fabricados com grandes diâmetros a um custo relativamente acessível, o que permite coletar mais luz e observar objetos mais distantes e tênues. Por outro lado, os refletores exigem alinhamento periódico dos espelhos (colimação) e seus tubos abertos podem acumular poeira, necessitando de cuidados adicionais. Entre as variações do design refletor, destacam-se o newtoniano, o Cassegrain e o Ritchey-Chrétien, cada um com configurações específicas de espelhos secundários.

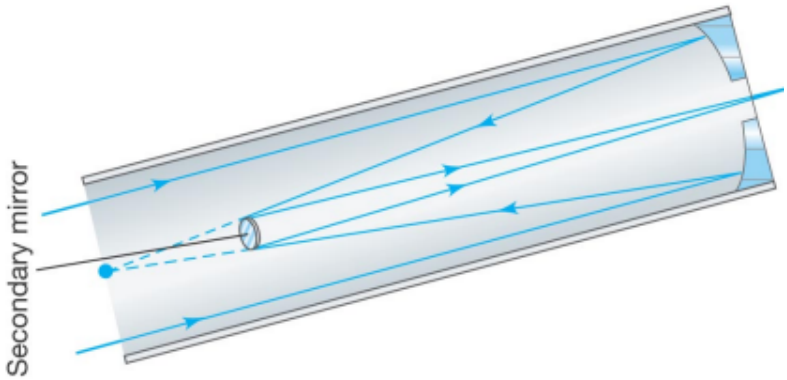


Figura 4: Esquema típico de um telescópio refletor do tipo Cassegrain. (Imagem retirada dos slides da aula de Fundamentos de Astronomia I – AGA0215, dos Profs. Thais Idiart e Reinaldo Santos de Lima.)

A Figura 4 apresenta o esquema de um telescópio refletor do tipo Cassegrain. A luz entra pela abertura frontal do tubo e atinge o espelho primário côncavo, localizado na parte posterior do instrumento. O espelho primário reflete e converge a luz em direção à parte frontal do tubo, onde um espelho secundário convexo intercepta o feixe e o reflete novamente em direção ao centro do espelho primário. Como o espelho primário possui uma abertura central, o feixe refletido pelo secundário passa por essa abertura e converge para o foco, localizado atrás do espelho primário, onde podem ser instalados a ocular ou outros instrumentos.

2.3 Telescópios Catadióptricos

Os telescópios catadióptricos combinam elementos dos sistemas refratores e refletores, utilizando tanto lentes quanto espelhos em um mesmo sistema óptico. Essa combinação permite aproveitar características de ambos os tipos de telescópio, proporcionando boa correção de aberrações e possibilitando a construção de instrumentos compactos e portáteis, com um tubo relativamente curto em comparação com sua distância focal.

Os telescópios catadióptricos são versáteis e podem ser utilizados tanto para observações planetárias quanto para astrofotografia de objetos de céu profundo. Entre os designs mais populares estão o Schmidt-Cassegrain, que utiliza uma placa corretora de Schmidt, e o Maksutov-Cassegrain, que emprega uma lente menisco. Como desvantagens, esses telescópios tendem a ser mais caros

que refletores de abertura semelhante e podem apresentar um tempo de equilíbrio térmico maior devido à presença dos elementos ópticos fechados no tubo. Durante esse período, as correntes de ar internas e as diferenças de temperatura podem afetar a qualidade da imagem até que o instrumento atinja aproximadamente a temperatura ambiente.

O diagrama da Figura 5 mostra o funcionamento de um telescópio Schmidt-Cassegrain, um dos designs catadióptricos mais populares. A luz entra pelo tubo e atravessa primeiramente uma lente corretora asférica localizada na extremidade frontal, que tem a função de corrigir aberrações esféricas. Em seguida, a luz atinge o espelho primário esférico, que a reflete de volta em direção ao topo do tubo, onde encontra o espelho secundário convexo. Este espelho secundário reflete a luz de volta através de um orifício central no espelho primário, onde finalmente converge para o foco atrás do telescópio. Este design permite um tubo extremamente compacto em relação à sua longa distância focal, sendo muito apreciado por sua portabilidade.

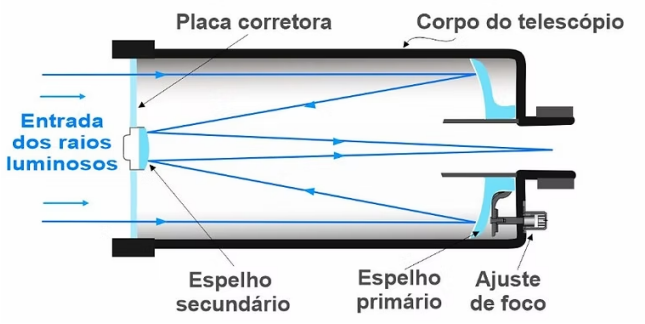


Figura 5: Caminho da luz em um telescópio catadióptrico Schmidt-Cassegrain: a luz atravessa a placa corretora, reflete no espelho primário, incide no espelho secundário e converge para o foco atrás do telescópio. (Crédito da imagem: Saber 360)

2.4 Outros Tipos

Além dos telescópios ópticos, existem outros tipos de instrumentos que operam em diferentes faixas do espectro eletromagnético. Os *radiotelescópios* detectam ondas de rádio emitidas por objetos celestes, utilizando grandes antenas parabólicas que podem atingir centenas de metros de diâmetro, sendo capazes de operar durante o dia e em condições climáticas adversas. Já os *telescópios espaciais* são colocados em órbita para eliminar os efeitos perturbadores da atmosfera terrestre, como o famoso telescópio Hubble, que opera no ultravioleta, visível e infravermelho, e o James Webb, especializado em infravermelho e localizado a 1,5 milhão de quilômetros da Terra.

3 Tipos de Montagem

Para que um telescópio possa apontar e acompanhar objetos celestes, ele necessita de uma montagem que permita movimentos precisos em pelo menos duas direções. A escolha da montagem é fundamental, pois influencia diretamente a facilidade de uso, a estabilidade do instrumento e a capacidade de rastrear objetos à medida que a Terra gira. Os dois principais tipos de montagem utilizados em astronomia são a montagem altazimutal e a montagem equatorial, cujos movimentos estão diretamente relacionados aos sistemas de coordenadas astronômicas apresentados anteriormente.

3.1 Montagem Altazimutal

A montagem altazimutal, também chamada de azimutal, é a mais simples e intuitiva, pois seus movimentos seguem duas direções naturais, o azimute (rotação horizontal) e a altitude (elevação vertical). Neste sistema, o telescópio gira em torno de um eixo vertical para ajustar o azimute e inclina-se em torno de um eixo horizontal para ajustar a altitude, permitindo apontar para qualquer direção no céu. Como vimos na seção de coordenadas horizontais, o azimute (A) é medido a partir do Norte (0°) em direção ao Leste (90°), Sul (180°) e Oeste (270°), enquanto a altitude (h) varia de 0° no horizonte a +90° no zênite.

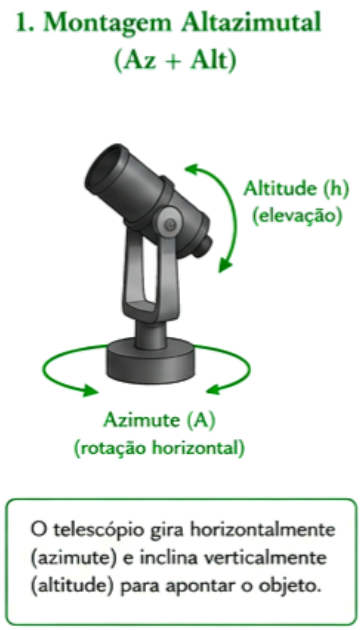


Figura 6: Representação dos movimentos da montagem altazimutal, o telescópio gira horizontalmente (azimute) e inclina verticalmente (altitude) para apontar o objeto.

Como podemos observar na Figura 6, o telescópio realiza dois movimentos independentes, a rotação em torno do eixo vertical altera o azimute, enquanto a inclinação em torno do eixo horizontal altera a altitude. Este sistema é amplamente utilizado em telescópios amadores e também em grandes telescópios profissionais modernos. Sua principal vantagem é a simplicidade mecânica e o menor custo em comparação com montagens equatoriais de porte similar.

No entanto, para acompanhar o movimento aparente de um objeto celeste, uma montagem altazimutal precisa ajustar continuamente os dois eixos, azimute e altitude, com velocidades que variam ao longo do acompanhamento. Em observações visuais, isso não representa necessariamente uma limitação significativa. Já em astrofotografia de longa exposição, a montagem altazimutal apresenta o efeito adicional da rotação de campo, que precisa ser corrigido por meio de técnicas ou equipamentos específicos, como um desrotador de campo.

3.1.1 Telescópios Dobsonianos

O telescópio dobsoniano, ou simplesmente "Dobson", não constitui um tipo distinto de sistema óptico, mas corresponde principalmente a uma configuração de montagem tradicionalmente associada a telescópios refletores do tipo newtoniano. O projeto foi desenvolvido por John Dobson na década de 1950 com o objetivo de construir telescópios de grande abertura utilizando materiais simples e de baixo custo, o que contribuiu para a popularização desse tipo de instrumento entre astrônomos amadores.

Sua característica fundamental é o uso de uma montagem altazimutal simples em vez de uma montagem equatorial. O tubo óptico é apoiado sobre uma estrutura denominada *rocker box*, que permite o movimento em altitude, e esta sobre uma base que permite a rotação em azimute, possibilitando o apontamento manual nas duas direções. A montagem é geralmente construída em madeira ou compensado, o que reduz a complexidade mecânica e permite destinar maior parte dos recursos ao espelho primário. Essa combinação de simplicidade, portabilidade e grande abertura ficou conhecida como "revolução Dobsoniana".

O conjunto óptico típico inclui espelho primário, espelho secundário, focalizador e buscador, além da estrutura mecânica. Dependendo do modelo, pode haver acessórios como bandejas para oculares, sistemas de colimação e dispositivos eletrônicos de localização e acompanhamento.

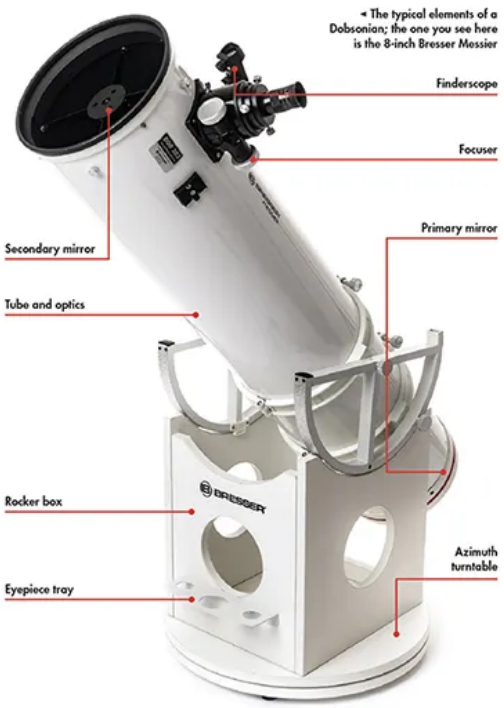


Figura 7: Elementos típicos de um telescópio Dobsoniano, neste caso um Bresser Messier de 8 polegadas. (Crédito da imagem: Sky at Night Magazine.)

A simplicidade da montagem traz vantagens como baixo custo, possibilidade de grande abertura, facilidade de uso e boa estabilidade. Como o acompanhamento do movimento aparente dos astros é feito manualmente, por meio de pequenos ajustes em altitude e azimute, o Dobsoniano convencional é especialmente adequado para observação visual. Modelos com motores e sistemas *Go-To* podem automatizar esse acompanhamento, mas ainda apresentam rotação do campo de visão em exposições longas, pois os eixos da montagem não estão alinhados com o eixo de rotação da Terra. Por isso, para astrofotografia de longa exposição, uma montagem equatorial ou um sistema que compense a rotação do campo é geralmente mais apropriado.

Atualmente existem variações do conceito, incluindo modelos motorizados, com *Go-To* e versões compactas (*mini Dobsonianos*), mas o princípio fundamental permanece, uma montagem altazimutal simples sustentando um telescópio, tradicionalmente newtoniano, com ênfase em grande abertura, estabilidade e facilidade de uso.

3.2 Montagem Equatorial

A montagem equatorial foi desenvolvida para facilitar o rastreio do movimento aparente dos astros. Nesse sistema, um dos eixos, denominado eixo polar ou eixo de ascensão reta, é alinhado paralelamente ao eixo de rotação da Terra, apontando para o polo celeste correspondente ao hemisfério do observador. O segundo eixo, associado à declinação, é perpendicular ao eixo polar e permite ajustar a posição do telescópio na direção norte-sul celeste. A montagem também utiliza um contrapeso, instalado no eixo de ascensão reta, cuja função é equilibrar o peso do telescópio e dos acessórios, reduzindo o torque resultante sobre os eixos e, consequentemente, o esforço exigido pelos motores durante o movimento e o rastreio. Esse sistema está diretamente relacionado às coordenadas equatoriais, nas quais a ascensão reta (α) e a declinação (δ) são utilizadas para descrever a posição dos objetos na esfera celeste.



Figura 8: Representação dos movimentos da montagem equatorial, na qual o telescópio é ajustado em ascensão reta (α) e declinação (δ) para apontar e acompanhar objetos celestes.

A Figura 8 ilustra o funcionamento da montagem equatorial. Após o correto alinhamento do eixo polar com o eixo de rotação da Terra, o movimento aparente dos astros pode ser acompanhado principalmente pela rotação em torno do eixo de ascensão reta. Para o acompanhamento sideral, esse eixo gira com velocidade aproximadamente constante, correspondente a uma rotação em relação às estrelas a cada dia sideral. Dessa forma, o rastreio pode ser realizado utilizando principalmente um único eixo motorizado, diferentemente de uma montagem altazimutal, que precisa ajustar simultaneamente seus dois eixos. Essa característica torna a montagem equatorial particularmente adequada para astrofotografia de longa exposição, pois evita a rotação de campo associada ao acompanhamento altazimutal. Como desvantagens, a montagem equatorial possui uma configuração mecânica mais complexa e exige um alinhamento polar adequado, além de poder ser mais pesada e cara que uma montagem altazimutal de capacidade similar. As coordenadas equatoriais, ascensão reta (α) e declinação (δ), são aproximadamente constantes para estrelas e outros objetos distantes em uma determinada época de referência, sendo independentes da posição do observador na Terra. Por isso, esse sistema é particularmente adequado para catálogos estelares e cartas celestes.

3.3 Comparação e Aplicações

A escolha entre uma montagem altazimutal e uma equatorial depende principalmente do tipo de observação a ser realizada, estando diretamente ligada aos sistemas de coordenadas que cada uma emprega. Para observações visuais casuais e para iniciantes, a montagem altazimutal, com seus movimentos intuitivos de azimute e altitude, é frequentemente mais prática e acessível. Já para observadores interessados em astrofotografia de longa exposição, a montagem equatorial apresenta vantagens por permitir acompanhar o movimento aparente dos astros sem introduzir rotação de campo

É importante notar que muitos telescópios modernos de grande porte utilizam montagens altazimutais com sistemas computadorizados avançados que corrigem automaticamente a rotação do campo de visão (desrotadores de campo), combinando a simplicidade mecânica com a precisão necessária para pesquisas científicas. Independentemente da escolha, ambos os tipos de montagem são ferramentas valiosas para a exploração do Universo, cada uma com suas vantagens e aplicações específicas, e seu entendimento é fundamental para o uso adequado de qualquer telescópio.

3.4 Tipos de montagem, encaixes e conexões

A Figura 9 apresenta exemplos de montagens e sistemas de fixação utilizados em equipamentos astronômicos. É importante distinguir a montagem, que sustenta e orienta o telescópio, dos componentes responsáveis por fixar o tubo óptico e conectar os acessórios.

- **Montagem em garfo:** sustenta o tubo óptico por meio de dois braços laterais, que permitem movimentá-lo para apontar diferentes regiões do céu. Esse tipo de montagem é geralmente altazimutal, embora o funcionamento e a possibilidade de acompanhamento motorizado dependam do modelo.
- **Dovetail (cauda de andorinha):** é uma barra de fixação instalada no tubo óptico ou em seus anéis. Seu perfil permite encaixá-la em uma sela localizada na montagem. Entre os padrões mais conhecidos estão o Vixen, geralmente mais estreito, e o Losmandy, mais largo. Como apresentam dimensões e formatos diferentes, não são diretamente intercambiáveis em sistemas convencionais, embora existam adaptadores e selas compatíveis com ambos.
- **Sela de montagem:** é a peça que recebe e prende a barra dovetail, conectando o tubo óptico à montagem. A sela deve ser compatível com o padrão e as dimensões da barra utilizada. Na figura, esse componente também aparece em detalhe na representação da montagem equatorial.

- **Placa de montagem:** é uma peça utilizada para fixar o tubo óptico, seus anéis ou outros componentes à montagem. Pode apresentar diferentes formatos, furos e pontos de fixação, conforme o equipamento. A compatibilidade depende das dimensões e do sistema de fixação empregado.
- **Anéis de tubo:** envolvem o tubo óptico e o prendem a uma placa ou barra de montagem. Além de sustentar o tubo, alguns modelos permitem girá-lo quando os anéis são afrouxados, facilitando o posicionamento do focalizador e de outros acessórios.
- **Conexões roscadas para tripés:** as roscas de 1/4 e 3/8 de polegada são comuns em equipamentos fotográficos e suportes. São utilizadas para conectar equipamentos ou cabeçotes a tripés, desde que as roscas correspondentes sejam compatíveis.
- **Roscas M42 e M48:** são conexões métricas encontradas em determinados acessórios astronômicos, como adaptadores e sistemas de conexão para câmeras. Os números indicam seus diâmetros nominais, de 42 mm e 48 mm, respectivamente. Para garantir a compatibilidade, também é necessário verificar o passo da rosca e o tipo de conexão especificado pelo fabricante.

Antes de adquirir um acessório, é importante verificar as especificações do fabricante, incluindo o padrão de encaixe, as dimensões e o tipo de rosca. Uma conexão que parece adequada visualmente pode não oferecer fixação correta ou segura quando as peças são incompatíveis.



Figura 9: Exemplos de montagens, sistemas de fixação e conexões utilizados em equipamentos astronômicos.

4 Lentes, Oculares e Sistemas de Foco

Após compreendermos os diferentes tipos de telescópios e montagens, é fundamental entendermos como a luz é manipulada dentro do instrumento para formar uma imagem que possamos ver ou registrar. Nesta seção, abordaremos os componentes ópticos responsáveis por essa tarefa: as lentes objetivas, as oculares, a lente de Barlow e os diferentes sistemas de foco utilizados em telescópios refletores.

4.1 Lente Objetiva e Ocular: Qual a Diferença?

É comum haver confusão entre os termos "lente" e "ocular". A distinção é simples e fundamental para o bom uso de qualquer telescópio.

A lente objetiva (ou espelho primário, no caso dos refletores) é o elemento principal do telescópio. Ela é responsável por coletar a luz do objeto celeste e formar uma imagem em um ponto chamado plano focal, como vimos na seção anterior. Sua principal característica é o diâmetro (abertura, D), que determina a capacidade de captar luz, e a distância focal (F), que influencia a escala da imagem formada. Quanto maior a abertura, mais luz é coletada e mais detalhes podemos observar.

A ocular, por sua vez, é a lente (ou conjunto de lentes) que fica na extremidade do telescópio, onde colocamos o olho. Sua função é ampliar a imagem formada pela objetiva, funcionando como uma lupa. Enquanto a objetiva coleta e forma a imagem, a ocular a amplia para que nosso olho possa ver os detalhes. As oculares são intercambiáveis, permitindo ao observador escolher diferentes ampliações para diferentes alvos, como planetas ou nebulosas.

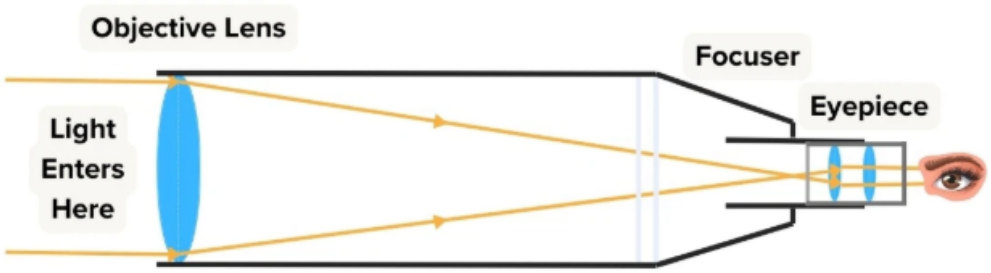


Figura 10: Esquema mostrando a objetiva formando a imagem no foco e a ocular ampliando-a para o olho do observador.

4.2 Oculares e o Cálculo do Aumento

A ocular é um dos acessórios mais importantes para o observador, sem o uso de câmera. Cada ocular é caracterizada por sua **distância focal** (f_{oc}), geralmente expressa em milímetros (mm). O aumento (ou ampliação) proporcionado por um telescópio é calculado pela fórmula:

$$A = \frac{f_{\text{tel}}}{f_{\text{oc}}} \tag{1}$$

Nessa expressão, A representa o aumento (ou ampliação) final, f_{tel} é a distância focal do telescópio (objetiva ou espelho primário) e f_{oc} é a distância focal da ocular.

Uma relação importante pode ser observada: quanto menor a distância focal da ocular, maior será o aumento obtido, porém menor será o campo de visão. Oculares com distâncias focais mais longas fornecem um campo de visão mais amplo, porém com um aumento menor. Portanto, para observar planetas, que são brilhantes e pequenos, podem-se usar oculares de curta distância focal (ex.: 10 mm, 6 mm) para obter grande aumento e observar detalhes. No caso da Lua, entretanto, esse aumento pode fazer com que seu disco não caiba completamente no campo de visão, para observá-la inteira, é preferível utilizar uma ocular de maior distância focal. Para observar nebulosas e galáxias, que são extensas e tênues, usam-se oculares de longa distância focal (ex.: 25 mm, 32 mm), que proporcionam um campo de visão maior e imagens mais brilhantes, mesmo com menor ampliação.

4.3 A Lente de Barlow

A **Lente de Barlow** é um acessório óptico utilizado em conjunto com uma ocular para aumentar a ampliação de um telescópio. Ela funciona como um *extensor focal*, aumentando a distância focal efetiva do sistema por um determinado fator, sendo comuns modelos de 2x, 3x e 4x, além de versões com fatores entre aproximadamente 1,8x e 5x. Opticamente, a Barlow utiliza um conjunto de lentes divergentes que modifica o cone de luz convergente produzido pelo telescópio, fazendo com que o foco seja formado a uma distância efetivamente maior do que na configuração sem a Barlow.

A ampliação de um telescópio é dada pela razão entre a distância focal do telescópio e a distância focal da ocular:

$$A = \frac{f_{\text{tel}}}{f_{\text{oc}}}. \tag{2}$$

Quando uma lente de Barlow é adicionada ao sistema, sua contribuição pode ser incluída como um fator multiplicativo:

$$A = \frac{f_{\text{tel}}}{f_{\text{oc}}} \times B, \tag{3}$$

onde B é o fator de ampliação da lente de Barlow. Por exemplo, considerando um telescópio com distância focal de 1000 mm e uma ocular de 10 mm, a ampliação sem a Barlow é:

$$A = \frac{1000}{10} = 100 \times . \tag{4}$$

Com uma Barlow de 2x, a distância focal efetiva passa a ser equivalente a 2000 mm e a ampliação torna-se:

$$A = \frac{1000 \times 2}{10} = 200 \times . \tag{5}$$

A Barlow é normalmente posicionada entre o telescópio e a ocular. Em telescópios Newtonianos, ela pode ser inserida entre o focalizador e a ocular, enquanto em telescópios refratores ou Schmidt-Cassegrain pode ser colocada entre a diagonal e a ocular. A Figura 11 apresenta um exemplo de montagem de uma lente de Barlow em um telescópio.



Figura 11: Exemplo de montagem de uma lente de Barlow entre o telescópio e a ocular. (Crédito da imagem: Celestron.)

Uma das principais vantagens da lente de Barlow é aumentar a variedade de ampliações disponíveis sem a necessidade de adquirir várias oculares. Por exemplo, uma Barlow de 2x faz com que uma ocular de 20 mm produza uma ampliação equivalente à de uma ocular de 10 mm. Além disso, a Barlow pode aumentar o *eye relief*, isto é, a distância entre o olho do observador e a ocular necessária para visualizar todo o campo de visão, proporcionando maior conforto durante a observação.

A Figura 12 ilustra o efeito da utilização de uma lente de Barlow sobre a imagem de Júpiter, comparando a observação sem a Barlow com a observação utilizando uma Barlow. O aumento da ampliação permite visualizar o planeta com maior tamanho aparente.

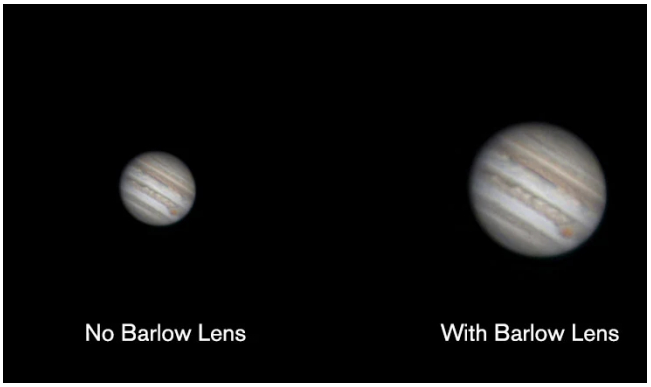


Figura 12: Comparação da imagem de Júpiter sem e com o uso de uma lente de Barlow. (Crédito da imagem: Celestron.)

Apesar de aumentar a ampliação, a utilização de uma Barlow não garante uma imagem mais detalhada. O aumento excessivo pode produzir imagens mais escuras e com menor campo de visão, além de evidenciar os efeitos da turbulência atmosférica. De acordo com a Celestron, uma faixa prática de ampliação para boas condições de observação é de aproximadamente 30 a 40 vezes a abertura do telescópio em polegadas, embora esse limite dependa das condições atmosféricas e das características ópticas do instrumento. Portanto, a escolha do fator da Barlow deve levar em consideração tanto a abertura do telescópio quanto as condições de observação.

4.4 Sistemas de Foco em Telescópios Refletores

Até agora, focamos principalmente em telescópios refratores e na óptica de lentes. A seguir, serão apresentados os principais tipos de foco utilizados em telescópios refletores.

4.4.1 Foco Primário

O foco primário corresponde ao ponto em que a luz refletida pelo espelho primário converge diretamente para formar a imagem. Nesse sistema, não há um espelho secundário interceptando o feixe antes do foco, o que reduz as perdas de luz por reflexões adicionais. Essa configuração pode ser utilizada em grandes telescópios, especialmente quando se deseja maximizar a eficiência luminosa ou instalar instrumentos diretamente no foco. Entretanto, como o foco está localizado próximo à extremidade do tubo, a instalação e o suporte de instrumentos muito grandes e pesados podem ser mais difíceis.

4.4.2 Foco Newtoniano

O foco newtoniano é muito comum em telescópios refletores, especialmente em instrumentos amadores. Nesse sistema, um espelho secundário plano, geralmente inclinado a aproximadamente 45° em relação ao eixo óptico, intercepta o feixe convergente e o desvia para a lateral do tubo, onde se encontra o focalizador e, posteriormente, a ocular ou outro instrumento. É um sistema simples e relativamente fácil de construir, como mostrado anteriormente na Figura 4, o que contribui para sua popularidade e para seu baixo custo.

4.4.3 Foco Cassegrain

No sistema Cassegrain clássico, o espelho primário é côncavo e possui um orifício central. A luz refletida pelo primário é interceptada por um espelho secundário convexo, que a reflete de volta em direção ao primário, fazendo com que o feixe passe pelo orifício central. O foco é então formado atrás do espelho primário, onde podem ser instalados a ocular ou outros instrumentos.

No Cassegrain clássico, o espelho primário possui formato parabólico e o secundário é hiperbólico. Essa configuração permite obter uma grande distância focal efetiva em relação ao comprimento físico do tubo, tornando o telescópio mais compacto. Além disso, a combinação das superfícies ópticas pode reduzir determinadas aberrações, embora outras, como a coma, ainda possam estar presentes dependendo do projeto.

O princípio Cassegrain também é utilizado em diferentes variações de telescópios, como o Schmidt-Cassegrain. Nesse caso, o sistema incorpora uma placa corretora de Schmidt na entrada do telescópio para corrigir a aberração esférica, permitindo o uso de um espelho primário aproximadamente esférico e de um secundário convexo especialmente projetado. Assim, o Schmidt-Cassegrain não deve ser confundido diretamente com o Cassegrain clássico, embora ambos utilizem o princípio de conduzir a luz de volta através de uma abertura central no espelho primário (Figura **??**).

4.4.4 Foco Nasmyth e Foco Coudé

Os focos Nasmyth e Coude são configurações especiais utilizadas principalmente em grandes telescópios profissionais. Uma de suas principais vantagens é permitir a instalação de instrumentos grandes e pesados sem que eles precisem ser posicionados diretamente na extremidade do tubo.

- No **foco Nasmyth**, geralmente utilizado em telescópios com montagem altazimutal, o feixe de luz é desviado por um espelho terciário em direção ao eixo de altitude da montagem. O foco fica localizado próximo ao eixo de altitude, permitindo que instrumentos grandes e pesados sejam instalados em uma plataforma associada à montagem. Dessa forma, a massa dos instrumentos pode ser melhor suportada pela estrutura do telescópio, facilitando também a operação e a troca dos equipamentos.

- No **foco Coudé**, o feixe de luz é conduzido por uma série de espelhos através dos eixos da montagem até uma posição fixa, geralmente localizada abaixo ou próxima ao telescópio. Essa configuração permite que instrumentos muito grandes e pesados permaneçam estacionários, mesmo quando o telescópio aponta para diferentes regiões do céu. O caminho óptico longo também produz uma grande distância focal efetiva, característica útil para observações de alta resolução angular ou espectral, especialmente com espectrógrafos. Como desvantagem, o grande número de reflexões aumenta as perdas de luz e torna o sistema óptico mais complexo.

4.5 Razão Focal

Além dos diferentes tipos de foco, uma característica importante dos telescópios é a **razão focal**, definida como a razão entre a distância focal do telescópio e o diâmetro de sua abertura:

$$f = \frac{f_{\text{tel}}}{D}, \tag{6}$$

onde f_{tel} é a distância focal do telescópio e D é o diâmetro da abertura. A razão focal é normalmente indicada pela notação f e descreve a relação entre o comprimento focal e o tamanho da abertura do instrumento.

Telescópios com menor razão focal possuem uma abertura relativamente grande em relação à sua distância focal, proporcionando, em geral, um campo de visão mais amplo e sendo especialmente adequados para a observação de objetos extensos do céu profundo e para determinadas aplicações em astrofotografia. Já telescópios com maior razão focal possuem uma distância focal maior em relação ao diâmetro da abertura, resultando em um campo de visão menor e sendo particularmente úteis para observações que exigem maiores ampliações, como a observação de planetas, da Lua e de outros objetos compactos.

A razão focal também está relacionada à escala da imagem formada no plano focal. Para uma mesma câmera ou ocular, o aumento ou a escala angular da imagem depende da distância focal do telescópio. Assim, dois telescópios com a mesma abertura podem apresentar comportamentos observacionais diferentes caso possuam razões focais distintas.

Por exemplo, o telescópio Celestron utilizado no Observatório do Campus possui razão focal $f/11$. Isso significa que sua distância focal é aproximadamente 11 vezes maior que o diâmetro de sua abertura. Se, por exemplo, a abertura fosse de $D = 200\,\text{mm}$, sua distância focal seria de aproximadamente $f_{\text{tel}} = 2200\,\text{mm}$. Dessa forma, a razão focal permite caracterizar de maneira simples a relação entre a abertura e a distância focal de um telescópio e auxilia na compreensão de suas características e aplicações observacionais.

5 Filtros

5.1 O que são filtros e para que servem?

A luz é uma das principais fontes de informação que temos para estudar os objetos astronômicos. Entretanto, a luz proveniente de uma estrela, nebulosa, galáxia ou outro objeto pode conter contribuições de diferentes comprimentos de onda. Os filtros astronômicos permitem selecionar determinadas faixas dessa luz, reduzindo a contribuição de outras regiões do espectro. Dessa forma, é possível destacar certas características dos objetos observados ou obter informações que seriam mais difíceis de identificar utilizando toda a luz simultaneamente.

Os filtros possuem diferentes aplicações. Na observação visual, alguns podem aumentar o contraste entre um objeto e o fundo do céu, facilitando a percepção de determinadas estruturas. Na astrofotografia, eles permitem registrar separadamente diferentes faixas do espectro eletromagnético, que podem ser analisadas individualmente ou combinadas para produzir imagens coloridas. Em observações científicas, filtros específicos também são utilizados para medir o brilho dos objetos em determinadas faixas espectrais e estudar suas propriedades.

A escolha do filtro depende do objetivo da observação, do tipo de objeto astronômico e do equipamento utilizado. Por isso, não existe um único filtro adequado para todas as situações, cada um seleciona uma região diferente do espectro e pode revelar aspectos distintos do objeto estudado.

5.2 Como os filtros selecionam a luz?

A luz pode ser descrita por seu comprimento de onda, e diferentes fenômenos físicos produzem ou absorvem luz em diferentes regiões do espectro eletromagnético. Um filtro óptico é projetado para transmitir determinadas faixas de comprimento de onda e bloquear ou reduzir a transmissão de outras.

Existem filtros de banda larga, que transmitem uma faixa relativamente ampla do espectro, e filtros de banda estreita, que selecionam intervalos menores. Alguns filtros são desenvolvidos para melhorar o contraste durante a observação visual, enquanto outros são utilizados principalmente em câmeras astronômicas para registrar emissões específicas.

Um exemplo é o filtro O III, associado à emissão do oxigênio duplamente ionizado (O^{2+}). Esse filtro transmite principalmente a luz de linhas de emissão próximas de 496 e 501 nm. Ao reduzir a contribuição de outras faixas de luz, pode destacar estruturas de determinados objetos, especialmente aqueles que apresentam emissão significativa nessas linhas.

É importante ressaltar que o filtro não aumenta a quantidade de luz emitida pelo objeto. Seu efeito consiste em selecionar a luz que chega ao observador ou ao detector, podendo melhorar o contraste de determinadas estruturas em relação ao fundo.

5.3 Observação visual e imagens astronômicas

A aparência de um objeto astronômico pode variar bastante conforme a forma de observação. Quando olhamos pela ocular de um telescópio, observamos diretamente a luz que chega aos nossos olhos. Já uma fotografia astronômica pode resultar de exposições prolongadas, da combinação de várias imagens e de processamento digital, permitindo revelar detalhes que não são facilmente percebidos durante a observação visual.

A Figura 13 ilustra essa diferença utilizando os Pilares da Criação, uma região de formação estelar na Nebulosa da Águia. A imagem à esquerda representa uma aparência visual aproximada, enquanto a imagem à direita apresenta uma representação astronômica colorida e processada.



Figura 13: Comparação ilustrativa entre a aparência visual aproximada dos Pilares da Criação e uma dtronômica colorida e processada da mesma região. A aparência real pela ocular depende do telescópio, das condições de observação e da sensibilidade do observador. (Crédito da imagem: I Love the Universe.)

Essa diferença não significa que os filtros sejam os únicos responsáveis pelos detalhes presentes nas fotografias. O tempo de exposição, a sensibilidade do detector, as condições de observação e o processamento das imagens também influenciam o resultado. Além disso, as cores de uma fotografia astronômica não correspondem necessariamente à aparência que o olho humano teria ao observar diretamente o objeto.

5.4 Composição de imagens com filtros

Na astrofotografia, é comum registrar separadamente a luz transmitida por diferentes filtros e combiná-las digitalmente. Com câmeras monocromáticas, cada filtro produz uma imagem em tons de cinza, na qual os níveis de brilho representam a intensidade da luz naquela faixa espectral. Como cada filtro seleciona uma região diferente do espectro, as imagens resultantes podem revelar estruturas distintas do mesmo objeto.

Dois conjuntos de filtros são particularmente comuns. O primeiro é o RGB, formado pelos filtros vermelho (R, de *red*), verde (G, de *green*) e azul (B, de *blue*), que buscam reproduzir a percepção de cor do olho humano. O segundo reúne filtros de banda estreita, associados a linhas de emissão específicas, como por exemplo as linhas de Hα (hidrogênio, em aproximadamente 656,3 nm), O III (oxigênio duplamente ionizado, próximo de 496 e 501 nm) e S II (enxofre ionizado, próximo de 672 nm).

Em ambos os casos, as imagens individuais podem ser alinhadas e combinadas atribuindo-se uma cor a cada filtro. A imagem resultante é uma composição colorida na qual a intensidade relativa de cada canal determina a cor de cada região. As cores utilizadas, porém, dependem da composição escolhida e não precisam corresponder às cores que seriam percebidas pelo olho humano.

A Figura 14 apresenta um exemplo de imagens obtidas com filtros de banda estreita e de sua combinação para destacar diferentes estruturas de uma nebulosa.

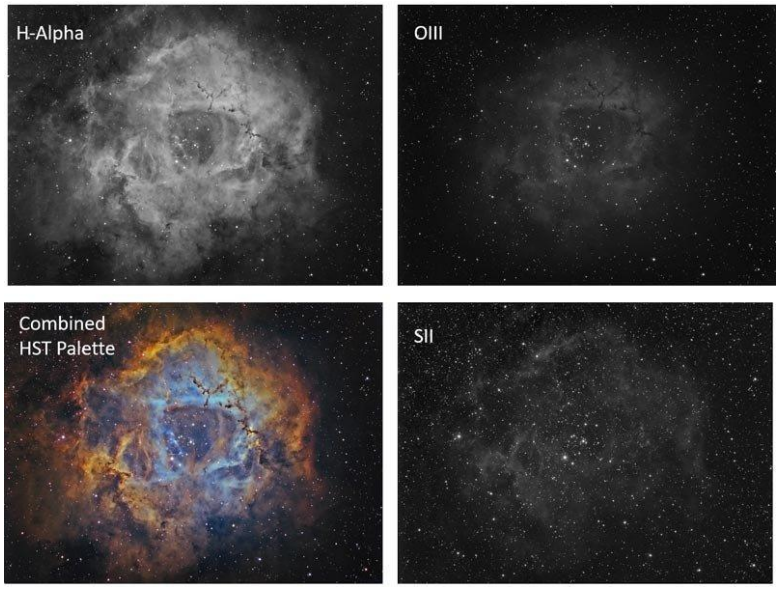


Figura 14: Exemplo de imagens astronômicas obtidas com filtros de banda estreita Hα, O III e S II, além de sua composição colorida. A combinação permite destacar diferentes regiões de emissão da nebulosa. (Crédito da imagem: Terry Hancock, Grand Mesa Observatory.)

A Figura 15 ilustra o mesmo princípio para o conjunto RGB: as imagens individuais em tons de cinza podem ser analisadas separadamente, enquanto a combinação permite visualizar conjuntamente as informações registradas nos três canais.

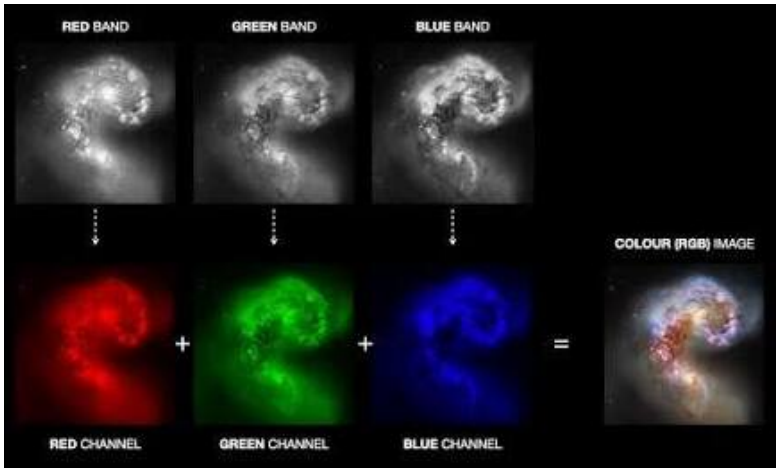


Figura 15: Imagens astronômicas individuais em tons de cinza e composição colorida obtida pela combinação dos dados. (Crédito da imagem: Wilkins, *Hubble Legacy: Colouring*).

É importante distinguir os filtros RGB convencionais das bandas utilizadas em levantamentos astronômicos. Em alguns levantamentos, são empregadas bandas identificadas por letras como g, r e z, que correspondem a faixas espectrais específicas e não são idênticas aos canais RGB convencionais. Para construir uma imagem colorida, essas bandas podem ser associadas a diferentes canais de cor. Por exemplo, em composições comuns dos levantamentos DESI Legacy Imaging Surveys, a banda g é associada ao azul, a banda r ao verde e a banda z ao vermelho. Assim, a letra utilizada para identificar uma banda não determina necessariamente a cor à qual ela será associada na imagem final.

Dessa forma, as imagens em tons de cinza e as composições coloridas são maneiras complementares de apresentar os dados: as primeiras permitem examinar a intensidade da luz em cada faixa espectral, enquanto as segundas facilitam a comparação visual entre diferentes regiões. Vale notar que filtros de banda estreita são especialmente úteis para objetos com linhas de emissão relevantes; como transmitem apenas uma pequena faixa do espectro, exigem exposições mais longas e, em geral, não são apropriados para observação visual pela ocular.

Outro conjunto importante na astronomia observacional é o sistema fotométrico BVR, formado pelos filtros B (*blue*), V (*visual*) e R (*red*). Cada filtro seleciona uma região específica do espectro visível, com comprimentos de onda centrais aproximados de 440 nm, 550 nm e 650 nm, respectivamente, dependendo do sistema utilizado. Esse conjunto é amplamente empregado em fotometria astronômica, permitindo medir o brilho dos objetos em diferentes bandas e comparar suas intensidades.

A partir dessas medidas, podem ser determinados índices de cor, como $B-V$ e $V-R$, que ajudam a investigar propriedades dos objetos celestes, como a temperatura das estrelas e os efeitos do avermelhamento causado pela poeira interestelar. Embora utilize filtros associados a regiões de cor semelhantes às do sistema RGB, o BVR tem como principal finalidade obter medidas fotométricas

padronizadas, que podem ser comparadas entre diferentes observações. Assim, enquanto o RGB é frequentemente utilizado para produzir imagens coloridas, o BVR é especialmente importante para a análise quantitativa da luz recebida dos objetos astronômicos.

5.5 O exemplo do Hα na observação solar

O Hα é uma linha de emissão do hidrogênio situada em aproximadamente 656,3 nm, na região vermelha do espectro visível. Na observação solar, instrumentos específicos que operam nessa faixa permitem destacar estruturas da cromosfera, uma região da atmosfera do Sol situada acima da fotosfera.

Entre as estruturas que podem ser observadas estão as protuberâncias, os filamentos e determinadas regiões ativas. A aparência dessas estruturas depende das condições solares e das características do instrumento utilizado.

Um telescópio solar Hα, como o Sky-Watcher Heliostar, é projetado especificamente para esse tipo de observação. Ele possui um sistema óptico de filtragem solar próprio, que permite selecionar a faixa espectral desejada e reduzir a intensidade da luz solar a níveis seguros. Portanto, não deve ser confundido com um telescópio convencional ao qual se adiciona simplesmente um filtro Hα destinado à astrofotografia noturna.

Atenção: nunca observe o Sol por um telescópio sem um sistema de filtragem solar adequado e projetado para esse fim. Filtros para astrofotografia noturna não substituem os componentes específicos de segurança necessários para a observação solar.

6 Telescópios e instrumentos do IAG-USP

O Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP) dispõe de diferentes instrumentos para a observação astronômica, desde telescópios portáteis até equipamentos instalados em observatórios. Esses instrumentos apresentam configurações variadas, que permitem explorar diferentes aspectos da observação visual e compreender como as características de cada equipamento influenciam sua utilização.

Nesta seção, são apresentados os principais instrumentos considerados nesta apostila, com destaque para suas características particulares, seus sistemas de operação e os aspectos que merecem atenção durante a utilização. A intenção não é repetir os fundamentos de óptica e montagem já discutidos, mas relacioná-los aos equipamentos reais e mostrar como esses conhecimentos podem ser aplicados.

Antes de utilizar qualquer instrumento, é essencial consultar o manual específico do fabricante. Mesmo telescópios que compartilham o mesmo tipo de sistema óptico podem apresentar diferenças na montagem, nos controles, nos procedimentos de alinhamento e na conexão dos acessórios. O manual fornece as instruções necessárias para operar cada modelo corretamente, identificar suas limitações e evitar danos ao equipamento. As orientações gerais desta seção servem como referência introdutória, mas não substituem essa documentação.

Antes de iniciar uma observação, também é importante verificar as condições físicas do instrumento, a estabilidade da montagem, a fixação do tubo e a compatibilidade dos acessórios. Eixos, travas e mecanismos de movimentação não devem ser forçados, e adaptações não previstas pelo fabricante devem ser evitadas. Caso sejam identificados danos ou dúvidas sobre a segurança do equipamento, sua utilização deve ser interrompida até que a situação seja avaliada.

6.1 Telescópios portáteis

Os telescópios portáteis oferecem flexibilidade para a realização de atividades observacionais em diferentes locais. Além das características ópticas, suas diferenças de montagem, transporte e operação influenciam a preparação do equipamento e a maneira como ele pode ser utilizado.

- **Meade LX200 Classic EMC:** telescópio Schmidt-Cassegrain com abertura de 12 polegadas e montagem de garfo altazimutal. A configuração reúne um tubo óptico relativamente compacto e uma distância focal longa, combinação característica desse tipo de instrumento. A montagem de garfo sustenta o tubo entre dois braços e permite movimentá-lo em altitude e azimute.

- **Celestron NexStar 8SE:** telescópio Schmidt-Cassegrain com abertura de 8 polegadas (aproximadamente 200 mm) e montagem altazimutal com recursos eletrônicos de apontamento. O tubo é fixado à montagem por meio de uma barra do tipo *dovetail*, encaixada em uma sela de fixação. A presença do sistema eletrônico permite realizar procedimentos de apontamento e acompanhamento automatizados, conforme a configuração do instrumento.

- **Meade ETX90:** telescópio Maksutov-Cassegrain com abertura de 90 mm e montagem de garfo altazimutal. Seu tubo compacto facilita o transporte e a instalação em diferentes situações de observação. Conforme as informações disponíveis no catálogo, o modelo é utilizado em modo manual, com o apontamento realizado por meio da movimentação direta da montagem.

- **Celestron 80 LCM:** luneta refratora com abertura de 80 mm e conexão do tipo *dovetail*. Sua configuração utiliza uma objetiva na extremidade frontal do tubo e permite observar, na prática, como a fixação do instrumento à montagem influencia sua instalação e orientação.

- **Sky-Watcher Dobsonian SynScan:** telescópio Dobsoniano com abertura de 10 polegadas e sistema eletrônico SynScan. A configuração Dobsoniana utiliza uma base altazimutal, enquanto o sistema eletrônico oferece recursos de apontamento e

acompanhamento. Essa combinação reúne uma estrutura mecânica característica dos telescópios Dobsonianos com recursos de automação.

- **Galileoscope:** telescópio refrator com abertura de 50 mm e razão focal $f/10$. O conjunto descrito no catálogo inclui uma ocular de 20 mm, correspondente a um aumento nominal de 25×, e uma lente de Barlow de 2×. Por apresentar uma configuração relativamente simples, esse instrumento permite explorar a formação de imagens por uma objetiva e a influência da ocular no aumento final. A utilização da lente de Barlow aumenta a ampliação nominal, mas não garante, por si só, uma imagem mais detalhada: a qualidade visual também depende das condições atmosféricas e das características ópticas do conjunto.

Embora esses instrumentos compartilhem a possibilidade de serem utilizados em atividades observacionais, eles não são intercambiáveis em todos os aspectos. O tipo de montagem, a presença de controles eletrônicos e as características de cada tubo determinam procedimentos específicos de instalação e operação. A familiarização com o modelo utilizado deve, portanto, preceder sua utilização.

6.2 Celestron C14 – Observatório do Campus

O Celestron C14, instalado no Observatório do Campus (OC) do IAG-USP, é um telescópio Schmidt-Cassegrain com abertura de 14 polegadas, aproximadamente 356 mm. Sua grande abertura permite coletar uma quantidade significativa de luz, favorecendo a observação de objetos celestes pouco luminosos e a obtenção de imagens com detalhes. Essas características tornam o instrumento adequado tanto para atividades didáticas quanto para práticas de astronomia observacional.

Além do sistema óptico e da montagem equatorial, o C14 conta com uma câmera CCD (Charge-Coupled Device), utilizada para registrar imagens digitais dos objetos observados. Esse detector transforma a luz incidente em sinais elétricos, que são convertidos em dados digitais e armazenados para processamento e análise. Diferentemente da observação visual direta, a aquisição eletrônica permite examinar as imagens posteriormente e realizar medidas quantitativas, como a determinação do brilho dos objetos.

O conjunto também dispõe de filtros ópticos, que permitem selecionar diferentes faixas de comprimento de onda para a aquisição das imagens. A combinação do telescópio, da câmera CCD e dos filtros amplia as possibilidades de observação e permite desenvolver atividades de análise fotométrica. Assim, o C14 constitui um exemplo de sistema observacional que integra a coleta de luz, a aquisição eletrônica e o tratamento de imagens, aproximando as atividades realizadas no observatório dos procedimentos empregados em pesquisas astronômicas.

6.3 Telescópio solar Sky-Watcher Heliostar 76

O Sky-Watcher Heliostar 76 é um telescópio destinado à observação solar, com sistema de filtragem para a linha Hα do hidrogênio. Essa característica permite observar estruturas associadas à cromosfera solar, como filamentos e protuberâncias, que podem apresentar contraste reduzido quando observadas fora de uma faixa espectral apropriada.

A observação em Hα não corresponde simplesmente à utilização de um filtro colorido convencional. O sistema solar utiliza componentes ópticos e filtros específicos para selecionar a faixa espectral desejada e reduzir a intensidade luminosa a níveis adequados à observação. Por isso, a configuração completa do instrumento é parte essencial de sua segurança e de seu desempenho.

O equipamento registrado no catálogo ainda não possui montagem própria. Assim, sua instalação deve considerar os requisitos mecânicos do telescópio e as recomendações específicas para o modelo, sem improvisar suportes ou adaptações que possam comprometer sua estabilidade.

Atenção: nunca se deve apontar um telescópio, uma luneta ou um binóculo para o Sol sem um sistema de proteção solar adequado e instalado conforme as especificações do fabricante. A observação solar exige equipamentos próprios para essa finalidade; óculos escuros comuns e filtros destinados à observação noturna não oferecem proteção suficiente. Qualquer dúvida sobre a montagem, a integridade ou a configuração do sistema de filtragem deve ser resolvida antes da observação.

6.4 Binóculos disponíveis no acervo

Os binóculos complementam os telescópios em atividades de observação astronômica, especialmente quando se deseja examinar regiões extensas do céu. Seu campo de visão geralmente mais amplo facilita a localização de constelações, a identificação de padrões estelares e a observação de objetos extensos e relativamente brilhantes.

- **Celestron SkyMaster 15×70:** possui ampliação de 15× e objetivas de 70 mm de diâmetro. A abertura relativamente grande favorece a coleta de luz, mas a ampliação torna os movimentos das mãos mais perceptíveis na imagem. Por isso, a utilização de um suporte compatível pode proporcionar maior estabilidade e conforto durante observações prolongadas.

- **Vanguard BR-1050W:** possui ampliação de 10×, objetivas de 50 mm e campo de visão informado de 7°. Essa combinação permite observar regiões amplas do céu, sendo útil para o reconhecimento de constelações e para a localização inicial de alguns objetos astronômicos.

- **Celestron UpClose:** binóculos com ampliação de 10× e objetivas de 50 mm. Como em outros modelos de características semelhantes, o ajuste da distância entre as oculares e a focalização correta contribuem para obter uma imagem confortável.

A utilização dos binóculos não exige os mesmos procedimentos de alinhamento de um telescópio com montagem equatorial ou sistema eletrônico. Entretanto, a estabilidade, a focalização e o ajuste adequado continuam sendo importantes. Antes do uso, também devem ser verificadas as condições das lentes e dos mecanismos de ajuste.

Binóculos comuns não são apropriados para a observação direta do Sol sem um sistema de filtragem especificamente desenvolvido para essa finalidade. A ausência de um tubo óptico longo não elimina o risco de lesões oculares causadas pela concentração da luz solar.

6.5 Escolha e utilização dos instrumentos

A escolha de um instrumento depende do objetivo da observação, das condições do local e das características do objeto celeste. Não existe um único telescópio ideal para todas as situações, instrumentos diferentes oferecem combinações distintas de abertura, distância focal, campo de visão, facilidade de transporte e recursos de acompanhamento.

Telescópios de maior abertura podem coletar mais luz, o que favorece a observação de objetos pouco brilhantes. Entretanto, a abertura, isoladamente, não determina a qualidade da imagem. A estabilidade da montagem, a qualidade óptica, a focalização e as condições atmosféricas também influenciam o resultado observado.

A distância focal e a ocular utilizada determinam o aumento nominal do conjunto, mas aumentos muito elevados nem sempre são vantajosos. Em determinadas condições, uma ampliação maior pode produzir uma imagem menos luminosa ou destacar os efeitos da turbulência atmosférica sem revelar novos detalhes. A escolha dos acessórios deve levar em conta o instrumento e as condições de observação.

A montagem também influencia a experiência de utilização. Sistemas manuais permitem realizar o apontamento diretamente, enquanto montagens com recursos eletrônicos podem oferecer funções de localização e acompanhamento que dependem de procedimentos próprios de configuração. Nas montagens equatoriais, como a do Celestron C14 do Observatório do Campus, o alinhamento polar tem papel importante no acompanhamento dos objetos celestes.

Essas diferenças mostram que a utilização adequada de um telescópio depende da compreensão do conjunto, e não apenas de uma característica isolada. Conhecer o modelo, identificar seus componentes e entender suas limitações permite aproveitar melhor os recursos disponíveis e evitar ajustes incompatíveis com o equipamento.

6.6 Atualização do acervo e considerações finais

O acervo de instrumentos do IAG-USP pode sofrer alterações ao longo do tempo em razão da aquisição de novos equipamentos, de mudanças de configuração, de manutenção ou de modificações nas condições de utilização. Por esse motivo, a relação apresentada nesta seção deve ser entendida como uma referência baseada nas informações disponíveis durante a elaboração da apostila, e não como um inventário permanente e definitivo.

Novos telescópios e acessórios poderão ser incorporados posteriormente e, portanto, não estarão necessariamente descritos neste documento. Da mesma forma, instrumentos já registrados poderão passar por alterações ou ficar temporariamente indisponíveis. Recomenda-se consultar as informações atualizadas antes de utilizar qualquer equipamento.

Apesar dessas mudanças, os fundamentos apresentados ao longo da apostila continuam úteis para compreender novos modelos. O reconhecimento do sistema óptico, da montagem, dos mecanismos de fixação e dos acessórios permite identificar as características principais de um instrumento e determinar quais informações específicas precisam ser consultadas.

Esta seção não pretende substituir a documentação técnica nem apresentar todos os detalhes operacionais dos equipamentos. Seu propósito é relacionar os conceitos fundamentais da observação astronômica aos instrumentos considerados no acervo do IAG-USP, destacando suas particularidades e a importância de compreender suas configurações.

A combinação entre conhecimento dos princípios físicos, consulta à documentação específica e atenção aos procedimentos de segurança contribui para a utilização adequada dos telescópios e para a realização de observações astronômicas seguras e proveitosas.