

Como escolher um bom telescópio?

www.sigmasociety.com



A escolha de um telescópio é uma tarefa relativamente simples, quando se dispõe dos conhecimentos básicos sobre quais características se deve priorizar. As informações divulgadas em diversos sites nem sempre são corretas e muitas vezes são conflitantes, aumentando a confusão, em vez de auxiliar na escolha. Muitas vezes a eleição do melhor instrumento é parcialmente subjetiva, dependendo das preferências individuais e das necessidades individuais. Se a pessoa quer um telescópio exclusivamente para observação direta, sem interesse em tirar fotos, as prioridades não são as mesmas para outra que queira principalmente usá-lo para astrofotografia. Se uma pessoa quer principalmente estudar

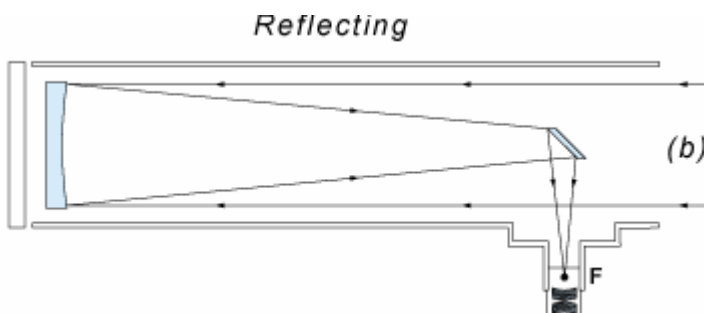
planetas, suas prioridades também são diferentes das de uma pessoa que queira observar céu profundo e cometas. Se a pessoa quer um instrumento para viagens constantes, ou para observar o Sol, ou para alguma finalidade mais especializada, também deve adotar critérios específicos na sua escolha. Neste artigo tentaremos proporcionar uma visão geral sobre o tema, e esperamos que cada um se aprofunde nos detalhes para seu caso pessoal.

Visão geral:

Os telescópios são constituídos por algumas partes comuns a todos eles, como o tubo, o tripé, a montagem, o focalizador e a ocular. Além destas partes, possuem algumas que são específicas para cada design ótico, como os espelhos primário, secundário, terciário, menisco, objetiva, aranha, motor, GoTo, buscador, telrad etc.

Os telescópios se dividem em basicamente em 3 tipos: refletores (catóptricos), refratores (dióptricos) e catadióptricos.

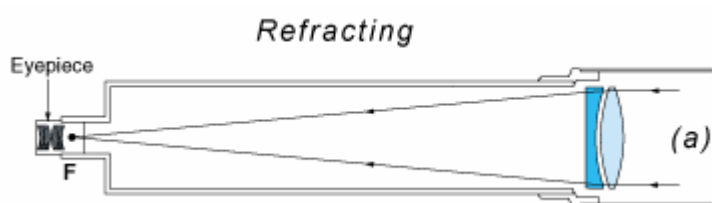
Os 3 tipos (designs óticos) de telescópios:



Os refletores usam um espelho primário, grande, curvo, que fica no fundo do tubo e sobre o qual incide a luz, que é refletida de modo a se concentrar num ponto (o foco). Antes de chegar ao primário, a luz atravessa um suporte (aranha) em que fica um espelho secundário, inclinado 45 graus em relação ao eixo ótico, para refletir a luz do primário em direção à

ocular. O nome “refletor” é porque seu princípio ótico consiste em refletir a luz em um espelho. Os espelhos primários podem ser esféricos, parabolóides ou hiperbolóides. A construção de espelhos esféricos é muito mais fácil, porque o desbastamento natural do movimento de polir gera naturalmente uma concavidade esférica, o que os torna também mais baratos, por outro

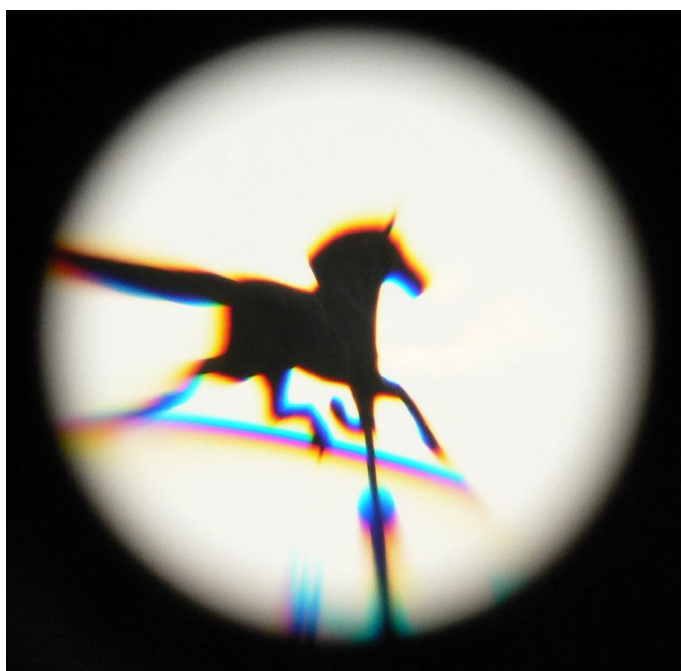
lado a curva “correta” que se precisa ter no espelho é hiperbolóide. Por aproximação, um espelho esférico é razoavelmente semelhante a um hiperbolóide na região central, e a diferença é tanto menor se tanto maior for a relação focal, e tanto menos notada se tanto menor for o tamanho angular do objeto observado. Os espelhos parabolóides produzem imagens muito menos distorcidas, principalmente nas bordas, mas a produção destes espelhos é mais difícil e mais cara. Espelhos hiperbolóides são os melhores e também mais caros. Os espelhos secundários normalmente são planos, mas em alguns casos podem ser curvos para corrigir aberrações causadas nas bordas da imagem pelo primário, já que os secundários são bem menores, e é mais fácil trabalhar em superfícies menores. Os tipos mais populares de refletores são o Newtoniano e o Cassegrain, sendo o Newtoniano de longe o mais popular de todos. É interessante que desde Newton até os dias atuais o design ótico que ele inventou continua sendo um dos melhores.



Os refratores são constituídos por uma lente simples ou composta, a “objetiva”, através da qual passa a luz, que é refratada de modo a se concentrar num ponto, o foco. O processo é semelhante ao do refletor, com algumas vantagens e

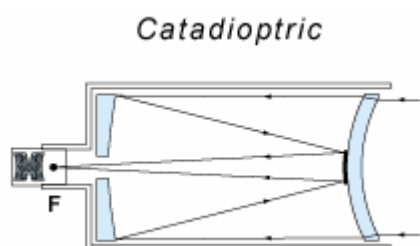
algumas desvantagens. Uma das desvantagens é que a luz visível é constituída por várias cores, cada cor corresponde a um diferente comprimento de onda, com diferente índice de refração, assim, quando a luz passa de um meio menos denso, como o ar, para outro mais denso, como o vidro, cada comprimento de onda se inclina num ângulo diferente, fazendo com

que a imagem que chega ao olho fique com uma das bordas azulada e a outra avermelhada. Isso se chama “aberração cromática”. O efeito é o mesmo de introduzir um prisma para decompor as cores, que gera um efeito semelhante a um arco-íris. Isso naturalmente prejudica a imagem. O uso de lentes simples tem inerentemente este problema. Para atenuar este efeito, foram criados os telescópios acromáticos, com duas lentes coladas (doublet). E há os telescópios apocromáticos, com 3 lentes, em que se consegue atenuar a aberração dentro do espectro visível num nível tão bom que o olho humano quase não consegue perceber a aberração. Porém isso tem um custo, e não é pequeno. Um apocromático de 300mm pode custar mais de \$ 50.000,00, enquanto um Newtoniano de mesma abertura custa \$ 1.000,00. A título de curiosidade, há telescópios não-comerciais, devido ao altíssimo custo, com lentes superacromáticas, que conseguem reduzir a aberração mais do que os apocromáticos. Outra desvantagem dos refratores é que não se consegue construir lentes muito grandes. O maior refrator do mundo mede 1016 mm de diâmetro, 10 vezes menor que o maior refletor, e capta 100 vezes menos luz. As tentativas de produzir lentes maiores resultaram em deformação destas lentes, que se curvavam sob o próprio peso, impondo uma limitação física para o tamanho máximo que pode ter um refrator de boa qualidade. Esse problema não afeta os refletores, que podem ter espelhos tão grandes quanto se queira, além da possibilidade de conjugar a ação de vários espelhos separados. Entre os refratores comercializados em lojas especializadas, os maiores chegam a cerca de 400 mm. A principal



aberração cromática. O efeito é o mesmo de introduzir um prisma para decompor as cores, que gera um efeito semelhante a um arco-íris. Isso naturalmente prejudica a imagem. O uso de lentes simples tem inerentemente este problema. Para atenuar este efeito, foram criados os telescópios acromáticos, com duas lentes coladas (doublet). E há os telescópios apocromáticos, com 3 lentes, em que se consegue atenuar a aberração dentro do espectro visível num nível tão bom que o olho humano quase não consegue perceber a aberração. Porém isso tem um custo, e não é pequeno. Um apocromático de 300mm pode custar mais de \$ 50.000,00, enquanto um Newtoniano de mesma abertura custa \$ 1.000,00. A título de curiosidade, há telescópios não-comerciais, devido ao altíssimo custo, com lentes superacromáticas, que conseguem reduzir a aberração mais do que os apocromáticos. Outra desvantagem dos refratores é que não se consegue construir lentes muito grandes. O maior refrator do mundo mede 1016 mm de diâmetro, 10 vezes menor que o maior refletor, e capta 100 vezes menos luz. As tentativas de produzir lentes maiores resultaram em deformação destas lentes, que se curvavam sob o próprio peso, impondo uma limitação física para o tamanho máximo que pode ter um refrator de boa qualidade. Esse problema não afeta os refletores, que podem ter espelhos tão grandes quanto se queira, além da possibilidade de conjugar a ação de vários espelhos separados. Entre os refratores comercializados em lojas especializadas, os maiores chegam a cerca de 400 mm. A principal

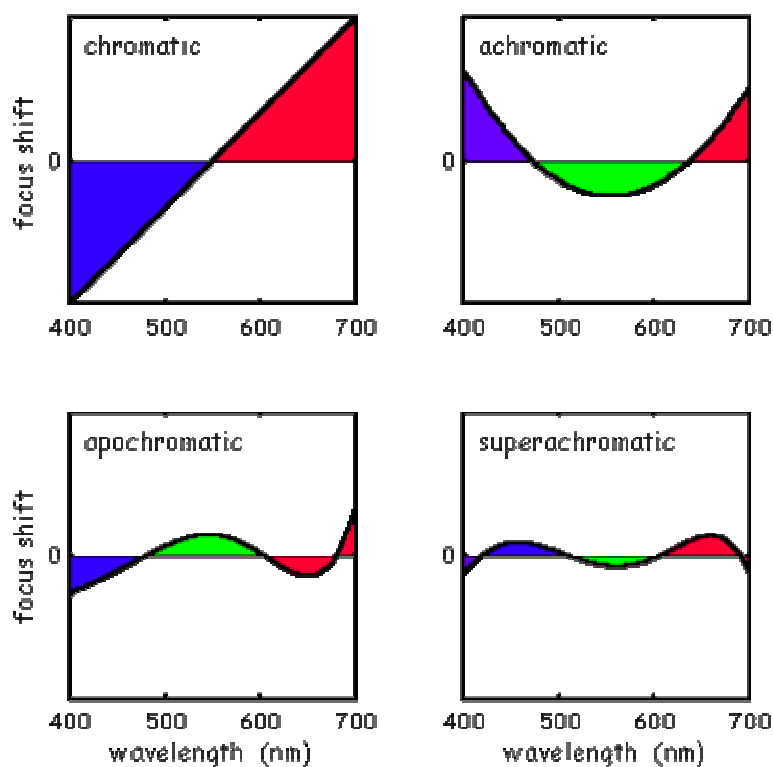
vantagem dos refratores é a ausência de uma obstrução interna, proporcionando imagens com nitidez e contraste num nível muito alto, desde que a qualidade ótica também seja muito alta.



Catadiópticos são uma mistura de refletores e refratores. Usam uma lente na abertura do instrumento, um espelho no fundo com um furo no meio e um espelho secundário. Há vários tipos de catadiópticos, como Newtoniano-Cassegrain, Schmidt-Cassegrain, Maksutov-Cassegrain, Dall-Kirkham modificado e outros. A lente usada entre o espelho e o objeto a ser observado pode ter várias finalidades, sendo uma delas

a redução do tamanho do tubo sem reduzir a distância focal. Nos casos de refratores e refletores, o tubo é proporcional à distância focal, mas nos catadiópticos se consegue ter tubos muito curtos e distâncias focais muito longas, tornando os instrumentos mais leves, facilitando o uso e o transporte. Outra finalidade da lente é se antecipar às distorções que serão causadas nas bordas de espelhos esféricos ou parabolóides, “corrigindo” estas distorções antes de que elas aconteçam, e assim produzir imagens melhores. Estas lentes também podem receber tratamentos anti-reflexivos como XLT ou UHTC que melhoram a performance do instrumento. A principal vantagem é que deixam os tubos curtos, tornando este design ótico o mais usado em observatórios profissionais. Os grandes observatórios usam quase exclusivamente design Ritchey-Chrétien, por serem hiperbolóides e terem distâncias focais longas em tubos curtos. O VLT, o Keck e o Hubble, por exemplo, são Ritchey-Chrétien.

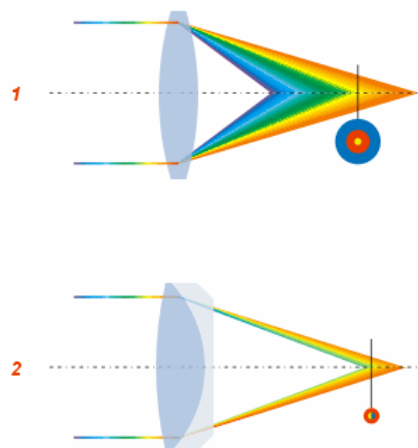
Vantagens e desvantagens de cada tipo:



Cada um destes tipos de telescópio apresenta diversas particularidades que os torna mais indicados ou menos indicados para situações específicas. De modo geral, os refratores são mais indicados para planetas, porque os planetas são objetos com elevado brilho de superfície (muita luminosidade por unidade de área) e com pequeno tamanho angular, em que o superior contraste e a boa nitidez são mais importantes do que ter grande captação de luz. E como os refratores não possuem um espelho secundário obstruindo a passagem de parte da luz, tanto o contraste quanto a nitidez podem atingir níveis melhores. Quando se observa uma imagem desfocada num refletor, pode-se perceber a aranha e o suporte do primário atrapalhando a visão, e, conforme se vai refinando o foco, a

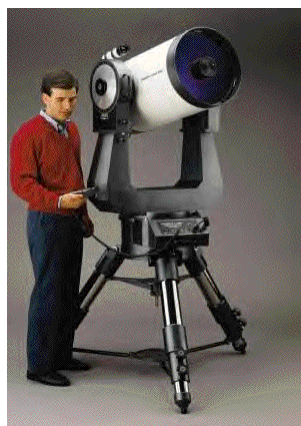
obstrução vai se “dispersando” como uma mancha escura por todo o campo, até não ser mais notada. Embora não seja notada quando a imagem está focalizada, a obstrução e a mancha escura gerada por ela continuam lá, atrapalhando um pouco. Num refrator isso não acontece. Por outro lado, a aberração cromática é inerente ao refrator, e ela não “some” por completo nos apocromáticos, ela continua lá, mas apenas deixa de ser notada. Por isso se os refratores ganham por não terem obstrução, eles também perdem por terem aberração cromática. Alguns

especialistas consideram que refletores são os melhores instrumentos para observação de planetas (com razão focal longa e obstrução pequena), enquanto outros recomendam os refratores. A tradição recomenda os refratores, inclusive pela maior distância focal. Mas na prática o que tenho observado é que as melhores fotos amadoras de planetas foram obtidas com refletores e catadióptricos.



Para observação de céu profundo (galáxias, nebulosas, aglomerados) e cometas, os refletores de grande abertura e curta distância focal são os mais indicados, porque captam muita luz e cobrem grandes campos. A quantidade de luz que um telescópio pode captar é proporcional à sua abertura elevada ao quadrado, desconsiderando pequenos detalhes de absorção, reflexão, dispersão. A capacidade de aumento de um telescópio depende de quanta luz ele consegue captar, para que não perca qualidade e a imagem não fique escura e granulosa. O cálculo da ampliação se dá por meio da divisão da distância focal do telescópio pela distância focal da ocular, porém é a abertura que determina qual o aumento máximo útil, além do qual não faz sentido usar ampliações maiores, já que estas não proporcionarão mais detalhes, apenas degradarão a qualidade da imagem.

Os objetos de céu profundo, como galáxias e nebulosas, são angularmente extensos, mas com baixo brilho de superfície, isto é, com pouca luminosidade por unidade de área. Nestas circunstâncias não se tem tanta necessidade de usar grandes ampliações. A galáxia de Andrômeda, por exemplo, é cerca de 5 vezes maior do que a Lua cheia, porém é 3 milhões de vezes menos brilhante do que a Lua. Aumentar o tamanho dela não é importante, porém conseguir tirar o máximo proveito do pouco brilho que nos chega das estrelas que a constituem é fundamental para que se possa visualizar mais detalhes. Como podemos perceber, um telescópio desenhado para produzir ótimas imagens planetárias não seria o ideal para observação de céu profundo e vice-versa, pois as características desejáveis nos dois casos são quase opostas.



Os catadióptricos não oferecem vantagem em qualidade de imagem em comparação aos refratores ou refletores, aliás, geralmente apresentam pequena desvantagem, mas podem ter o tamanho como principal vantagem. Um catadióptrico D 70 mm, F 900 mm de 1,5kg pode ser facilmente transportado, enquanto um refrator 70 mm F 900 mm de 7 kg seria menos prático para transportar. Um catadióptrico 16" f/15 caberia facilmente dentro de um pequeno observatório improvisado, pois teria comprimento menor que 1 m, mas um newtoniano com mesmas características mediria 6 m e seria menos prático usá-lo, guardá-lo e transportá-lo, exigindo o freqüente uso de uma escada e reposicionamento desta escada. Outra vantagem de um catadióptrico é que as oculares mais longas são mais fáceis de construir, o que

possibilita pagar preços menores por oculares longas de melhor qualidade, além de terem

maior eyerelief, proporcionando observações confortáveis, sobretudo para quem usa óculos. Como os catadióptricos podem ter distância focal maior, se consegue que eles produzam mesmo aumento usando oculares mais baratas e/ou de melhor qualidade e mais confortáveis para se usar. Também por serem menores e mais leves, eles exigem montagens menos robustas e menos caras, que se movem mais suavemente. Por outro lado, os catadióptricos perdem duplamente em qualidade de imagem, porque usam mais elementos óticos (lente, espelho primário e espelho secundário, e alguns usam também terciário). Cada elemento ótico introduz um pouco de erro na propagação da informação luminosa e causa um pouco de perda de luz. Para complementar este tópico, sugiro uma visita ao site de um dos maiores astrofotógrafos do mundo, em que ele mostra exemplos dos efeitos de aberração esférica, turbulência atmosférica etc.: <http://www.damianpeach.com/simulation.htm> lembrando que os efeitos que ele exhibe são simulações, ou seja, ele não usou instrumentos reais para produzir estas fotos, ele tentou usar ferramentas matemáticas para representar como seriam estas deformações. Os efeitos reais geralmente são piores do que ele representa (quem já observou Júpiter ou Saturno com turbulência atmosférica sabe disso).

Telescópios com Barlow embutida no focalizador:



É importante não confundir os catadióptricos com os refletores com Barlow embutida no porta-ocular. Os primeiros usam uma lente logo na entrada do tubo, e a qualidade das imagens costuma ser muito boa. Já o segundo caso costuma ser muito ruim. Um exemplo clássico é o Celestron PowerSeeker 127 mm, que usa uma destas barlow no porta-ocular. Celestron é uma das melhores marcas, mesmo assim a qualidade deste modelo específico é duramente criticada, e com razão, pois degrada a imagem e não há como remover esta peça. É fácil identificar estes instrumentos, pois eles informam uma distância focal muito maior que o comprimento do tubo, sem que o design ótico dele justifique tal característica. Geralmente a distância focal é 2 ou 3 vezes maior do que deveria. O Baytronix 8" com F 1460mm é um dos piores exemplares dessa espécie, pois além de a qualidade ótica dos Tronix ser precária, ainda por cima adotam procedimentos que distorcem ainda mais o que era ruim por natureza. No caso do Celestron PowerSeeker (foto), mesmo a qualidade ótica da Celestron sendo boa, o resultado com esta barlow é abaixo do aceitável.

Importância da abertura:

A abertura de um telescópio determina a quantidade de luz que ele pode receber e concentrar no foco, para depois ser expandida pela ocular e chegar ao olho como uma imagem maior. Quanto maior a abertura, maior é a quantidade de luz que ele pode receber, possibilitando observar objetos cada vez mais tênues, e por concentrar mais luz por unidade de área, pode produzir imagens mais luminosas, o que contribui para a nitidez. É importante lembrar que não é a abertura que define a nitidez, mas se a não for abertura suficientemente grande, ela pode prejudicar a nitidez. Quando a imagem é ampliada pela ocular, quanto maior for o aumento menor será a quantidade de luz por unidade de área, por isso acima de determinado nível de aumento não se consegue ver mais detalhes do que com aumentos inferiores. Num instrumento com 200mm de diâmetro, por exemplo, e aumento de 25x, Júpiter aparece como um disco branco muito brilhante, que mal se consegue perceber as faixas equatoriais devido à saturação de branco. Quando se aumenta para 100x a imagem fica menos brilhante e se consegue perceber melhor as diferenças de cores e tonalidades. Com 300x a riqueza de detalhes aumenta, sendo possível perceber as formas de algumas tempestades. Com 900x

não se tem nenhuma vantagem em comparação a 300x, além de ficar uma imagem feia, escura, geralmente tremida devido à turbulência atmosférica, sem nitidez e até com menos detalhes do que se consegue observar a 300x.

Uma fórmula simples para determinar o aumento máximo útil para cada abertura é multiplicando o diâmetro em milímetros por 1,5. Assim um telescópio de 60 mm pode aumentar com qualidade até 90x, um telescópio de 200mm pode aumentar até 300x. Em teoria se consegue mais do que isso, alguns afirmam que com 60mm se consegue até 150x ou 175x, porém na prática se verifica que estes aumentos não proporcionam a percepção de mais detalhes do que com aumentos menores, em parte porque o limite teórico não leva em conta que a transparência das lentes não é 100%, a reflexão dos espelhos não é 100%, não se conta as perdas nas obstruções etc., e todos estes fatores diminuem a luminosidade e conseqüentemente reduzem o limite útil de aumento.

Importância da distância focal:

Nos refratores antigos, a distância focal era um fator muito importante por dois motivos: primeiro porque com lentes simples na objetiva, a aberração cromática é muito grande, e quanto maior a distância focal, menores são as diferenças entre os ângulos de refração entre os diferentes comprimentos de onda, portanto menor fica a aberração. Na época de Galileu, Huygens, Cassini, Roëmer etc., havia instrumentos f/40 ou mais, para minimizar as aberrações. Outro motivo de se usar distâncias focais mais longas é que o aumento é proporcional à distância focal do telescópio e inversamente proporcional à distância focal da ocular, e como é muito mais difícil alinhar adequadamente as lentes de oculares mais curtas, era praticamente obrigatório fazer oculares longas naqueles primeiros tempos, de modo que para produzir maiores aumentos os tubos dos telescópios também precisavam ser mais longos. Se por um lado isso era útil para produzir maiores aumentos com menos aberração e mais nitidez, por outro lado as estruturas eram difíceis de mover, os tubos se curvavam sobre o próprio peso com o passar do tempo, e o campo de visão era muito estreito, já que além de os tubos serem longos, perdia-se parte do campo com o diafragma.

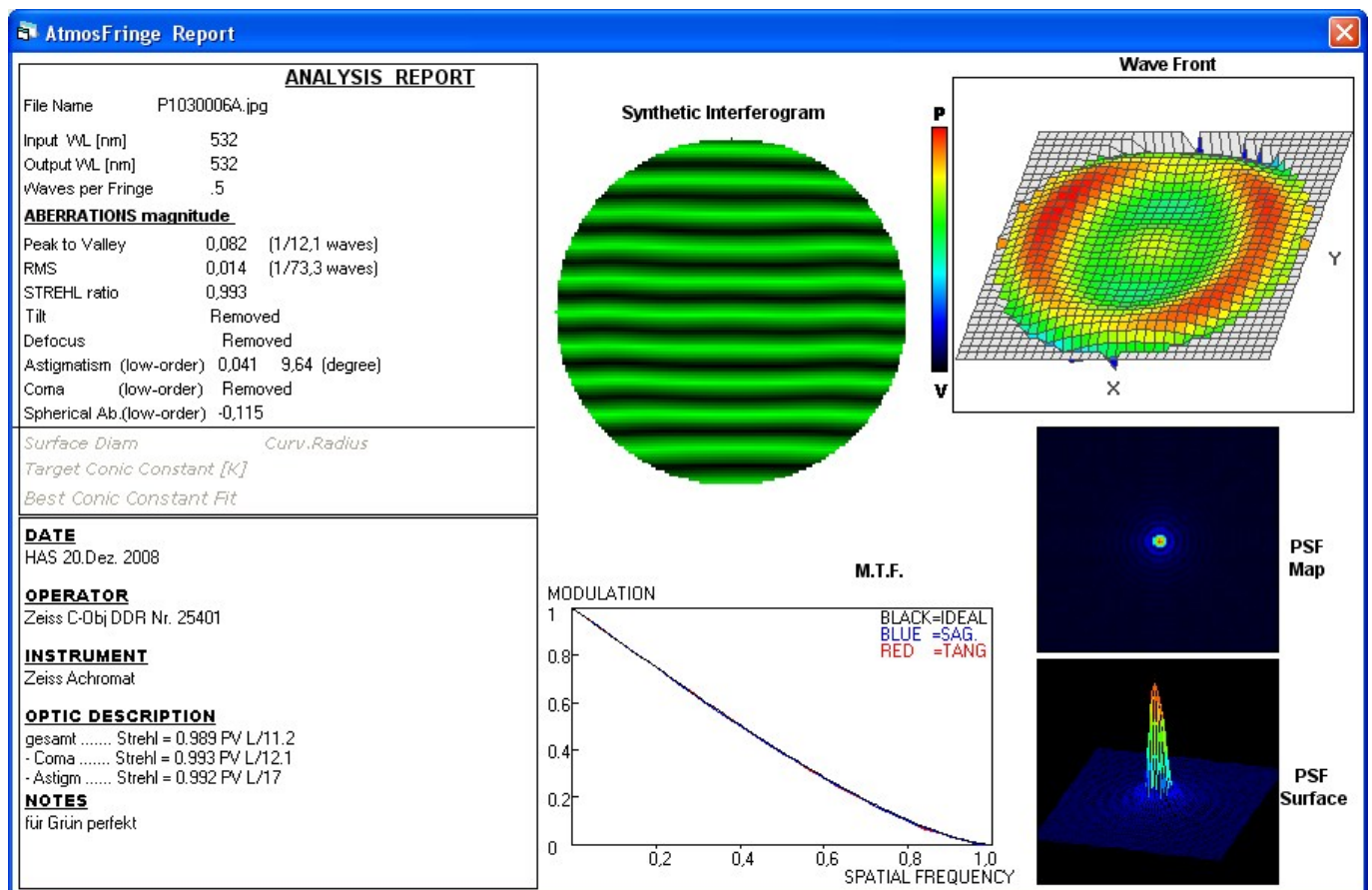
O aumento de um telescópio é determinado pela divisão da distância focal da objetiva pela distância focal da ocular. Assim um instrumento com $F = 1000$ mm e uma ocular de 12,5mm aumenta 80x. Com a invenção das lentes compostas, tornou-se possível construir refratores mais curtos e com qualidade comparável ou superior aos mais longos.

No caso dos refletores, não existe o problema de aberração cromática, mas há o problema de aberração parabolóide ou esférica. A maioria dos instrumentos produzidos artesanalmente no Brasil usa espelhos esféricos ou parabolóides distorcidos. O ideal são os espelhos hiperbolóides de alta qualidade produzidos pela Takahashi, que possibilitam produzir instrumentos tão curtos como F/2.8 sem que isso comprometa a qualidade das imagens. Os parabolóides precisam ser mais longos para produzirem imagens aceitáveis, e os esféricos precisam ser mais longos ainda. Há casos em que se usa secundários curvos para corrigir parte da distorção causada pela forma do primário.

Nos catadióptricos a distância focal costuma ser muito longa, e alguns usam espelhos hiperbolóides, enquanto outros corrigem as distorções com um menisco.

Distorções na superfície das lentes e espelhos:

Muito bem, agora que vimos um pouco sobre tipos de telescópios e sobre design ótico, podemos tratar da qualidade das superfícies. Tanto os espelhos quanto as lentes usadas num telescópio precisam ter um padrão de qualidade muito alto, porque qualquer pequena imperfeição se multiplica com a ampliação do aparelho. Admite-se normalmente que a qualidade ótica aceitável é aquela com erro menor que $1/4$ do comprimento de onda da luz visível. A luz visível cobre o espectro entre 3.600 e 7.800 ångstrons, e os testes interferométricos nas superfícies de espelhos e lentes geralmente usam um valor intermediário (laser verde de 5.500 ångstrons ou perto disso). Estes testes visam detectar as irregularidades em dezenas, centenas ou milhares de pontos ao longo de toda a superfície ótica, e assim tentar traçar um mapa topológico desta superfície comparando as diferenças com uma superfície ideal. Quanto menores e menos abundantes forem as imperfeições, melhor é a qualidade da imagem. Geralmente estas imperfeições são indicadas em duas medidas: wavefront error peak-to-valley e wavefront error RMS. A primeira indica a diferença máxima observada em toda a superfície rastreada. A segunda informa a diferença média e pode ser uma informação mais útil para indicar o padrão de qualidade. Os melhores telescópios do mundo geralmente apresentam erros menores que $1/20$ do comprimento de onda ($\lambda/20$) pico ao vale e $1/120$ RMS. Os muito bons chegam a cerca de $\lambda/10$ P-V e $\lambda/50$ RMS. As melhores marcas populares, como Meade e Celestron, costumam ter $\lambda/3$ a $\lambda/4$ P-V e $\lambda/20$ RMS. As marcas definitivamente duvidosas tem erro $\lambda/2$ ou pior, muitas delas mais de 1 ou 2 λ , e nestes casos as imagens ficam gravemente deformadas e sem qualquer detalhe (Júpiter fica uma mancha branca).



Algumas das marcas mais consagradas do mundo para espelhos são Zambuto ($1/100$ RMS) e Pegasus ($1/50$ RMS). Há uma marca recente chamada Hubble Optics que reivindica produzir espelhos ($1/70$ RMS), mas ainda não há reviews de clientes que corroborem este padrão. Um site russo declara que a Lomo produz as melhores lentes do mundo, talvez $1/100$ RMS. Há

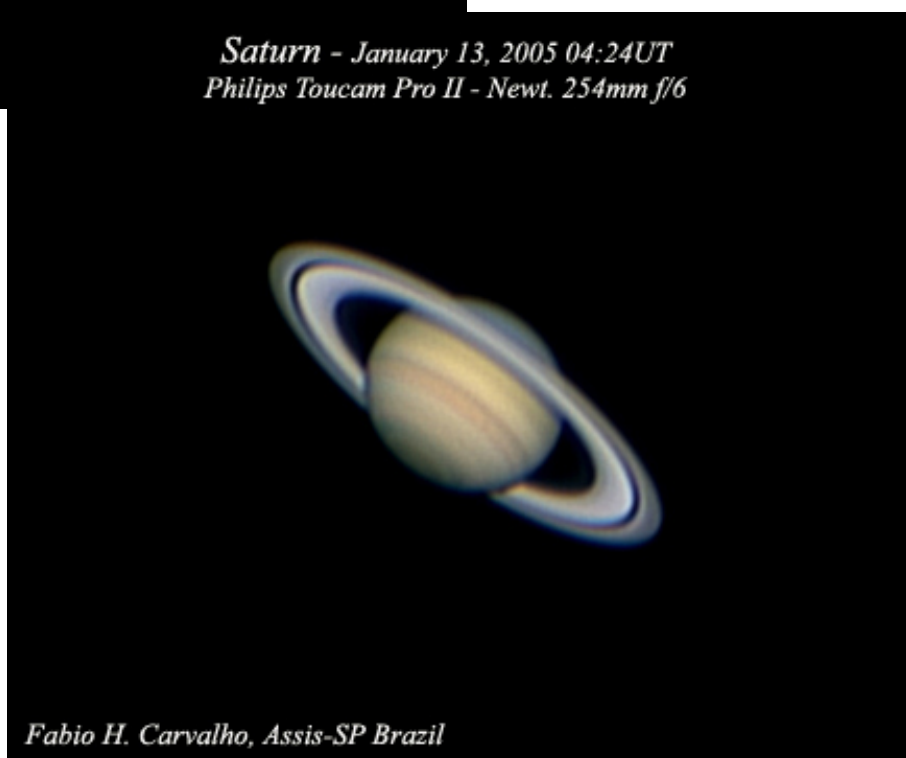
várias fontes que enaltecem a alta qualidade dos telescópios russos Astrophysics e Intes, no entanto os resultados interferométricos publicados sobre instrumentos Intes revelaram uma qualidade ótica não muito diferente dos Meade e Celestron, perto de $\lambda/20$ RMS. Os telescópios Takahashi chegam a $1/50$ RMS, além de excelente mecânica. De acordo com nosso amigo Alexandre Maluf, que participou na construção do segundo maior telescópio ótico do Brasil e a quem devo a maior parte de meus conhecimentos sobre telescópios, o Takahashi Mewlon 300 mm Dall-Kirkham é a “Ferrari” dos telescópios e produz imagens planetárias comparáveis ao refrator 914 mm do observatório de Lick. Marcas como Zeiss, Nikon, Pentax, TMB, Questar e TeleVue também são famosas pela alta qualidade e alto preço. Marcas como

Orion, Vixen, StelarVue ainda possuem qualidade bastante elevada e preços mais acessíveis. Marcas como William Optics e Intes possuem fama, mas há divergências sobre o preço que praticam estar justificado pela qualidade que apresentam, inclusive testes com oculares Agena de \$ 40 se mostraram superiores a oculares William Optics de \$ 120. Marcas como Meade e



*Saturn - January 13, 2005 04:24UT
Philips Toucam Pro II - Newt. 254mm f/6*

Celestron são famosas pela boa qualidade e baixo preço, ficando talvez no grupo das que oferecem melhor custo/benefício. Com o crescimento econômico, industrial e tecnológico da China, seus produtos também melhoraram sensivelmente de qualidade, e instrumentos de novas marcas entraram no mercado a preços competitivos e com qualidade bastante razoável. Os GSO reivindicam ter erro menor que $\lambda/12$ P-V, mas não apresentam laudos interferométricos que fundamentem esta reivindicação. Contudo a GSO é respeitada como uma das melhores marcas baratas. Outras marcas respeitadas por sua boa qualidade são Antares, Edmund Scientific, University Optics e Agena. A lista é mais extensa do que citamos aqui. Entre as marcas de qualidade ainda aceitável, estão Skywatcher, Konus, Discovery, Zhumell e Bushnell. Outras marcas como Hirsch, Seben, Galileo, National Geographic, Tasco, Barska, BlueSky e muitas outras, são geralmente sofríveis. E há algumas que são definitivamente muito ruins, como a famosa Baytronix (também chamada ScopeTronix ou Tronix), que é uma das mais vendidas por serem instrumentos aparentemente baratos, mas na verdade são caros se levar em conta a baixa qualidade que oferecem.



Fabio H. Carvalho, Assis-SP Brazil

Os instrumentos artesanais também variam muito de qualidade, dependendo de quem os produz. Eu prefiro não emitir opiniões que possam ser levianas sem ter suficiente conhecimento de causa, então acho melhor me abster de opinar sobre a maioria dos casos. Limito-me apenas a dizer que o melhor astrofotógrafo planetário do Brasil (até onde sei), Fábio Plocos, que participa inclusive de projetos com o Hubble, usa espelhos produzidos por Dario Pires. Compare a foto de Saturno acima à esquerda, tirada por Marco Lorenzi usando um Celestron 9¼ polegadas com a foto à direita, tirada por Fábio Plocos usando um espelho de Dario Pires de 10 polegadas, ambos usando praticamente mesma câmera (TouCam Vesta e TouCam Pro II, respectivamente) e fizeram as fotos na mesma época. Embora a foto com o C 9.25 esteja mais nítida e possibilite perceber mais detalhes, inclusive a divisão de Encke (muito tênue), é importante esclarecer que o C 9.25 é um dos melhores instrumentos da Celestron, alguns afirmam que seja inclusive superior ao C11, perdendo apenas para o gigantesco C14. Veja mais fotos com o C 9.25 e com o 10" de Plocos nestas páginas:

<http://www.astrosurf.com/lorenzi/images/saturn080105a.htm>

<http://cyberplocos.multiply.com/>

O que podemos inferir disso é que, usando-se mesma câmera e em condições gerais semelhantes, com processamentos de imagens de alto nível, o provável melhor fabricante de espelhos do Brasil possibilita atingir uma qualidade quase comparável ao Celestron 9.25 (que é superior à média de outros Celestron). Esta é uma das melhores marcas populares do mundo, talvez com erro em torno de L/5, enquanto um Celestron típico tem cerca de L/3,5. Comparando com fotos de Celestron 8" e 11", podemos estimar que a qualidade geral deste espelho é equivalente à das marcas Meade e Celestron. Na verdade não se pode fazer tal avaliação com base apenas em fotos. O procedimento correto para fazer a comparação seria por meio de laudos interferométricos. Em nossa estimativa estamos assumindo a hipótese de que as condições de observação foram muito boas nos dois eventos (caso contrário estas fotos não teriam sido escolhidas para publicação), as câmeras são quase iguais, os diâmetros dos instrumentos são semelhantes etc., assim nos parece razoável supor que as diferenças sejam em parte (grande parte) causadas pela qualidade ótica. Lembrando também que as fotos foram feitas sem ocular nos dois casos, logo não houve interferência da qualidade deste elemento no processo.

Podemos afirmar também que um outro bom astrofotógrafo brasileiro, Olivar, utiliza espelhos produzidos por Sandro Coletti, e que por serem estas fotos feitas sem motorização e numa montagem dobsoniana (inadequada para fotos), e mesmo assim serem boas (não tanto como as do Plocos), grande parte dos méritos devem ser atribuídos aos bons espelhos do Coletti, que devem perder por pouco para os do Dario Pires. A única ressalva que eu faria é que por serem espelhos esféricos, acabam distorcendo as bordas das imagens. Isso não afeta muito as fotos e observações de planetas, mas pode não ser bom para objetos extensos. Eles tentam compensar isso com relações focais mais longas, e de fato ameniza as distorções. Há outros produtores de espelhos, cuja qualidade eu não poderia avaliar por não dispor de dados a respeito. O que se observa, geralmente, é que há muitas indicações por amizade e companheirismo, e tenho visto uma enormidade de pessoas experientes comprarem instrumentos industrializados para si mesmas e recomendarem instrumentos artesanais aos iniciantes. Um dos raros casos coerentes que conheço é o de Fábio Plocos, pois ele recomenda o que ele próprio usa, e ele demonstra a alta qualidade do que usa com resultados concretos e amplamente divulgados na Internet. Suas fotos de Júpiter são impressionantes. Ele atribui grande parte dos méritos à alta sensibilidade de sua câmera (atualmente uma SkyNyx 2.0), mas não há dúvida de que se ótica não fosse excelente e seus conhecimentos sobre processamento de imagens não fossem notáveis, o resultado final não seria tão bom.

Conclusões preliminares:

A marca ou o produtor da ótica, portanto, são decisivos para a escolha de um bom instrumento. A abertura é importante para captar mais luz. A distância focal ajuda a usar oculares mais baratas e conseguir mesmo aumento com boa qualidade. O design ótico pode tornar os instrumentos mais leves, ou mudar outras características de acordo com as prioridades de cada pessoa. Com isso resumimos os critérios que ajudam a escolher um bom tubo ótico.

Além do tubo ótico – tipos de montagens:

Mas o telescópio é mais do que isso. A parte ótica é talvez a mais importante, mas a montagem também é um item relevante. Os telescópios de marcas ruins costumam ter montagens duras para mover e sem firmeza ao parar em determinada posição, quando deveriam ser suaves ao mover e firmes ao cessar o movimento. Qualquer que seja o modelo de montagem, espera-se que os movimentos sejam suaves e as paradas sejam firmes. Os dois principais tipos de montagem são equatorial e dobsoniana.



A equatorial é mais elaborada e facilita a tarefa de acompanhar o movimento aparente dos astros, sobretudo com ampliações fortes. Ela é mais cara, porém é mais barato para motorizar uma montagem equatorial do que uma dobsoniana. As desvantagens da equatorial são preço e peso. A dobsoniana é muito mais barata, leve e pode ser construída por qualquer pessoa com alguma experiência em marcenaria. Para astrofotos, a equatorial é a mais indicada até determinado tamanho, mas para instrumentos muito grandes, acima de 16 polegadas, é quase impraticável usar montagens equatoriais a menos que se tenha um observatório e se esteja disposto a investir mais de R\$ 100.000. Os dobsonianos podem facilmente superar 16, 20, 30 ou até 40 polegadas de diâmetro, a custos abaixo de R\$ 100.000 e com peso que ainda

possibilita serem transportados sobre pequenas carretas não-motorizadas. Além disso, uma

idéia interessante para reduzir o peso de grandes telescópios é usar tubos vazados. Em vez de cilindros ocos, usam um "esqueleto" feito com canos para sustentar a estrutura, e cobre-se com tecido preto este esqueleto, ficando muito mais leve do que seria um cilindro fechado de mesmo tamanho, além de ser desmontável e bem mais fácil de transportar. Geralmente instrumentos newtonianos acima de 14 polegadas de diâmetro são vazados.



Outros detalhes:

Há uma enormidade de outros fatores a serem considerados, e não há como analisar todos eles, ainda que fosse escrito um livro sobre o tema, ou vários livros. Mas há alguns detalhes complementares que podem ser relevantes:

1) Com o passar do tempo, os espelhos vão perdendo sua camada reflexiva e a cada 20 anos podem precisar de uma realuminização. Os refratores não precisam disso.

2) Com o passar do tempo, os espelhos dos refletores vão se desalinhando e se torna necessário “colimar” o instrumento. Newtonianos e Schmidt-Cassegrain são fáceis de colimar, e a própria pessoa pode fazer isso sem problemas. Mas os Maksutov-Cassegrain tem o menisco fixo no secundário e isso dificulta consideravelmente o processo de colimação. Há tutoriais descrevendo como se pode colimar um Maksutov, não é algo impraticável, mas é demorado, podendo consumir 5 horas ou mais, enquanto a colimação de um Newtoniano leva apenas 5 minutos. Por outro lado, de acordo com os proprietários de Maksutovs, depois que ele é colimado dura muito mais tempo até que haja necessidade de outra colimação. Os refratores, por seu design ótico, praticamente não tem como perderem a colimação a menos que o tubo seja deformado ou algo assim.

3) O tamanho da obstrução nos refletores é uma faca de dois gumes: por um lado, quanto maior a obstrução, maior será o campo que se consegue ver, portanto melhor para céu profundo, por outro lado uma maior obstrução vai piorar um pouco a qualidade das imagens planetárias por afetar a nitidez e o contraste, além de reduzir a quantidade de luz que chega ao primário. Analogamente, quanto menor a obstrução, melhor ele será para observar planetas, mas terá menor campo para observar céu profundo. Também é importante ter em mente que não adianta simplesmente aumentar o secundário para se conseguir maior campo. É necessário que haja cone de luz suficientemente largo na região para ser aproveitado pelo maior secundário, bem como o porta-ocular precisa ter diâmetro apropriado para aproveitar o maior secundário.

4) A qualidade da imagem final dependerá das condições atmosféricas, da qualidade ótica de todas as lentes e espelhos do telescópio, da qualidade dos espelhos no prisma ou binoviweer ou visual-back, de todas as lentes barlow e redutores focais, da ocular, da climatização (temperatura dentro do tubo em relação à temperatura externa), da sensibilidade do olho ou do sensor ótico (se for uma câmera), da lente da câmera (se esta não tiver sido removida) e do óculos (se a pessoa usar óculos). Cada um desses elementos reduz um pouco a qualidade da imagem final, portanto quanto menos elementos e quanto melhor a qualidade de cada elemento, tanto melhor será a imagem final.

Outras partes e acessórios – variedades:

Além da análise dos telescópios, faremos uma breve análise dos itens complementares.

Tripés de aço, que balançam menos, geralmente são melhores do que os de alumínio. Há várias marcas de montagens, entre as quais a Losmandy (russa) e a Takahashi (japonesa) estão entre as mais consagradas. Para instrumentos portáteis, os de alumínio são preferíveis.



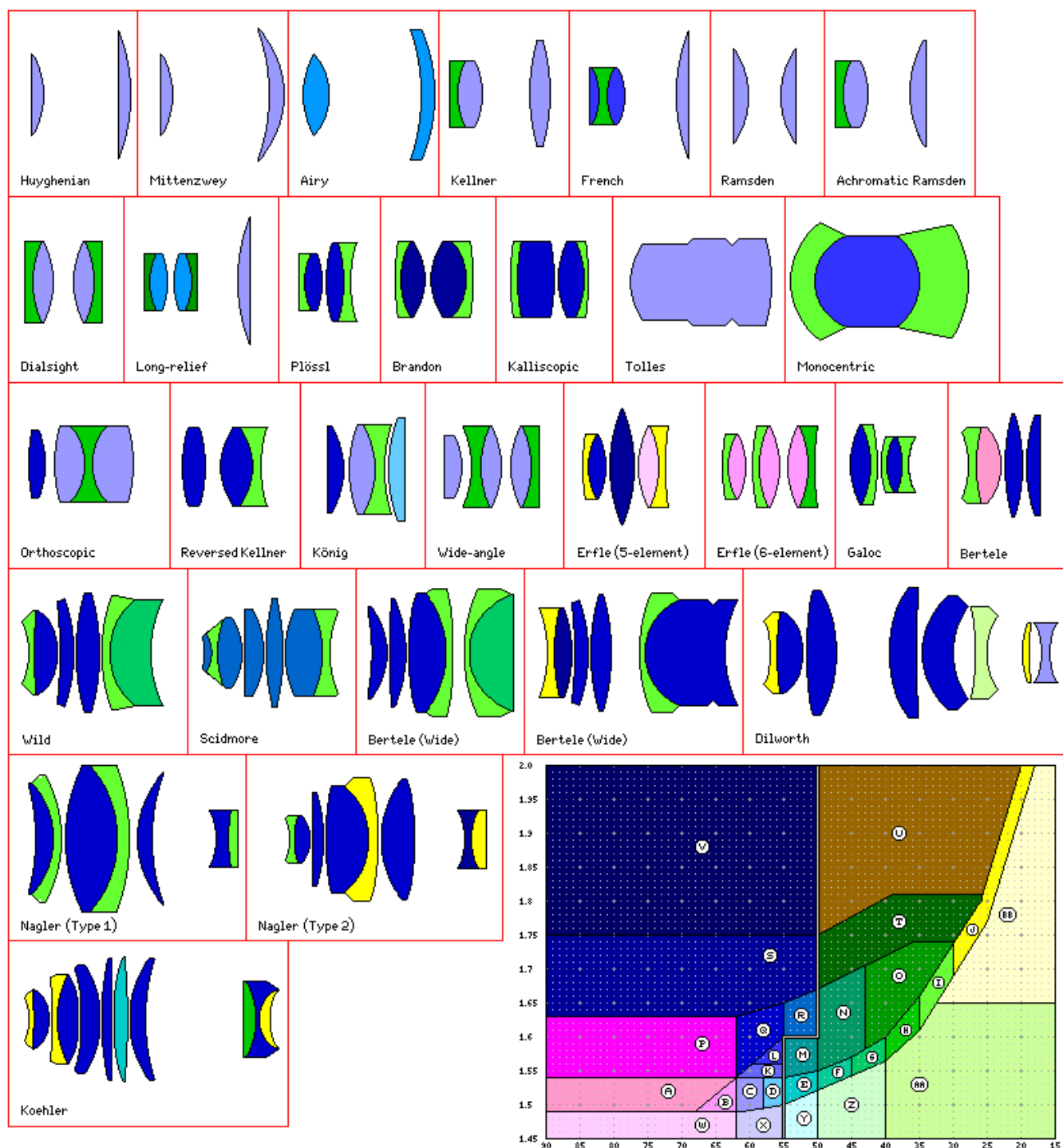
Focalizadores Crayford estão entre os melhores. Conforme o nome diz, servem para ajustar a distância da ocular e assim obter o foco. Nos catadióptricos a funcionalidade do focalizador é um pouco diferente: move-se o espelho principal para ajustar o foco. Há focalizadores elétricos que podem ser úteis em algumas situações específicas.

Buscadores são aquelas pequenas lunetas que são anexadas paralelamente aos telescópios, e servem para achar o objeto primeiro no buscador e depois no instrumento maior. Ultimamente se tem usado um dispositivo chamado telrad, que consiste num laser verde de alta intensidade que deixa um rastro luminoso e possibilita saber para onde o instrumento está apontando. O telrad é mais prático, mais confortável e mais rápido que o buscador. Quanto maior a intensidade do laser, mais fácil de ver seu rastro. A maior intensidade é especialmente útil sob condições de muita transparência atmosférica.

Oculares:

Oculares são as pequenas peças cilíndricas, com lentes em seu interior, que são colocadas na saída dos telescópios e nas quais se coloca o olho, por isso o nome “ocular”. Elas são quase tão importantes quanto o telescópio todo, pois a qualidade da imagem que chega ao olho depende em grande parte da qualidade da ocular. Há 3 diâmetros típicos de oculares: 0,965”, 1,25” e 2”. Além destes, há 3 outros tamanhos mais raros: 2,7”, 3” e 4”. Elas podem ser feitas de diferentes materiais e com diversos designs óticos. Geralmente os telescópios de brinquedo trazem oculares de plástico ou acrílico, de 0,965”, embora haja algumas de vidro e com qualidade aceitável. As de 1.25” e maiores são de vidro ou de minerais nobres.

Assim como os refratores, e qualquer instrumento que use lentes, as oculares também causam aberração cromática. Oculares como Huygens ou Airy, com duas lentes simples, causam aberração bastante sensível. Por isso são preferíveis as Plössl ou Ortoscópicas, para planetas, porque usam duas acromáticas. As lentes Barlow também podem causar aberração, por isso geralmente convém usar Barlow apocromática ou, no mínimo, acromática.



A escolha de uma ocular deve se basear principalmente no nível de contraste que se precisa obter, no tamanho do campo que se deseja e no nível de ampliação de que se precisa. O eyerelieve também pode ser um quesito importante especialmente para quem usa óculos. Há muitos modelos diferentes de oculares, com 2, 3, 4, 5 até 11 elementos. Quanto mais elementos, mais difícil de se conseguir uma imagem com bom contraste. Com quantidade muito pequena de elementos, como as Huygens e Ramsden, a aberração cromática se torna um problema sério. As oculares mais simples com doublets, como Plössl com 4 ou 5 elementos, as Brandon, Kellner, RKE, Ortoscópicas e Erfle são algumas das melhores para planetas, com excelente contraste e praticamente sem aberração cromática por usarem doublets. As oculares mais complexas (mais elementos) como Köhler, Ethos, Nagler, Dilworth, Bertele são algumas das melhores para se obter grandes campos aparentes, de até 120 graus, o que é muito vantajoso quando se deseja visualizar uma grande região de uma só vez, mas como elas usam muitos elementos, perde-se um pouco de contraste. Assim como no caso dos telescópios, a melhor ocular depende da finalidade, e aquelas que servem bem a determinado propósito não

são as melhores para um propósito diferente. Normalmente é bom ter uma ocular curta e com poucos elementos, para produzir grande aumento e bom contraste nos planetas, e outra longa e com grande campo, para produzir um aumento pequeno e possibilitar enquadrar uma grande área do céu dentro do campo de visão. Outros tamanhos intermediários podem ser complementos interessantes, mas pelos menos duas são praticamente imprescindíveis.

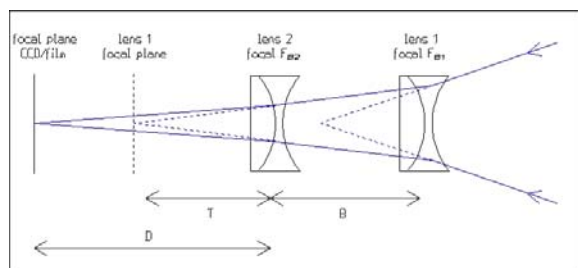
As oculares de 2" geralmente são usadas para grandes campos aparentes. Obviamente o tamanho das oculares precisa encaixar no tamanho dos porta-oculares, e há adaptadores para quando os tamanhos são incompatíveis. Quando o diâmetro do porta-ocular é maior, não há problema, basta usar um adaptador para resolver, mas quando a ocular tem diâmetro maior, perde-se parte do campo e ainda se deixa a distância focal cerca 1cm mais afastada da posição normal, o que pode impossibilitar obter foco em algumas situações. Por isso o uso de focalizadores e porta-oculares de 2" é preferível, assim fica fácil ajustar dentro deles qualquer tamanho típico de ocular. Para telescópios até 20 ou 30 polegadas de diâmetro, praticamente só se usam focalizadores e oculares de 2 polegadas, exceto para planetas, que 1.25" é praticamente indiferente, já que o tamanho do campo não faz falta. Para instrumentos ainda maiores,



como o telescópio de 100 polegadas do Monte Wilson, usam-se oculares de 4", com campo aparente de 120 graus e design ótico com poucos elementos, resultando em qualidade excepcional de imagens e campos gigantescos, em vez de oculares Köhler, com mesmos 120 graus, porém design ótico com 11 elementos e conseqüente redução no contraste. Estas oculares e porta-oculares de 4 polegadas, até onde sei, só são comercializadas por Harry Siebert, bem como as de 3" e 2,7". Para os gigantescos telescópios amadores Starmaster, NightSky, JMI, Obsession e outros de até 40 polegadas de diâmetro, as oculares de 4 polegadas podem ser um diferencial importante, com adaptadores para usar todos os tamanhos menores de oculares. Quando se deseja obter o maior campo possível é preciso estar atento ao limite da pupila de saída, que é determinado dividindo a abertura do telescópio pelo aumento. Num telescópio com $D = 200 \text{ mm}$ e um aumento de 25x, a pupila de saída é 8mm. Como a pupila humana em um adulto jovem após longo tempo no escuro geralmente atinge cerca de 7 mm de diâmetro, fica difícil aproveitar esta situação porque 8 mm excede o tamanho da área de informação luminosa que chega à pupila, e é necessário mover o olho ligeiramente para que se consiga pegar a imagem inteira. Esse limite varia de pessoa para pessoa, varia de acordo com a luminosidade do local e do objeto observado. Nos casos de fotografias, este limite é fixo e depende do tamanho do sensor, possibilitando receber a imagens sobre campos maiores, se o sensor for suficientemente grande. Portanto num telescópio com 200 mm de diâmetro e distância focal 1000 mm, não se consegue tirar total proveito do campo proporcionado por uma ocular de 40 mm ou mais, sendo o limite em torno de 35 mm. Já um catadióptrico de 200 mm com $F 2000 \text{ mm}$ permite usar tranquilamente oculares 56 mm, 60 mm, 70 mm ou oculares 35 mm com redutores focais de 0,5x. Isso não significa que os catadióptricos proporcionem maiores campos, isso não acontece, os campos são de mesmo tamanho, e só possibilitam usar oculares mais longas porque as distâncias destes telescópios são mais longas.

Algumas das melhores marcas de oculares são Takahashi, Siebert, TMB, Pentax e TeleVue. Há também oculares de alta qualidade a preços muito mais acessíveis, de modelos bem específicos entre determinadas marcas, como Antares Elite 5 mm e RKE 12mm. Além destas, as boas marcas são quase as mesmas dos bons telescópios. Algumas marcas com custo/benefício muito atraente são GSO, Orion, Meade, Agena, University Optics. Talvez Vixen possa ser incluída neste grupo, embora os preços sejam um pouco maiores. Oculares de qualidade questionável são Rini, Garrett, Tasco etc. Existem oculares com zoom, que geralmente perdem em contraste, campo e nitidez, em troca de produzirem diferentes níveis de ampliação sem necessidade de trocar de ocular. Estas oculares com zoom não são recomendáveis.

Aumentando e reduzindo o poder de aumento das oculares:



Lentes Barlow são acessórios interessantes que possibilitam multiplicar o poder de aumento sem reduzir o eyerelief das oculares, além de poderem ser combinadas com várias oculares diferentes. Por exemplo: uma Barlow 2x e outra 3x podem ser combinadas com oculares 10mm e



30mm de modo a produzir 8 níveis diferentes de aumento. Quando se coloca uma Barlow 2x em conjunto com uma ocular de 10mm, é como se esta ocular tivesse 5mm, ou seja, o poder de aumento dobra. Se for 3x, o poder de aumento triplica. Isso pode ser interessante para não usar oculares com eyerelief muito curto. O lado negativo é que com inserção de mais lentes se degrada a imagem. Antigamente as barlows eram muito ruins e se conseguia mais detalhes nos planetas sem usá-las, mesmo com a imagem menor, do que introduzindo-as. Porém nos últimos anos a TeleVue (e outras empresas) tem produzido as famosas Powermate (um tipo de Barlow) e outras que são capazes de aumentar a imagem sem degradação sensível na qualidade, sem absorção sensível de luz (mais de 99% de transparência) e sem aberração cromática que possa ser notada. A Powermate 5x da TeleVue é um exemplo de alta qualidade. De modo geral, deve-se preferir as barlows apocromáticas e de marcas consagradas, como TeleVue e Takahashi.

Redutores focais são acessórios semelhantes às lentes Barlow, mas que produzem o efeito contrário de reduzir o poder de aumento das oculares. A utilidade disso é aumentar o campo, em troca de uma redução na imagem. Um redutor 0,5x, por exemplo, em conjunto com uma ocular de 30mm, faz com que ela funcione como se tivesse 60mm. São extremamente úteis para telescópios catadióptricos com grandes distâncias focais, quando se deseja observar aglomerados abertos ou grandes galáxias. São indispensáveis também para fotografias de céu profundo, já que os sensores CCD geralmente funcionam como oculares 6 mm, o que produz aumentos muito fortes, inadequados para objetos extensos. Para se conseguir ter o objeto inteiro dentro do campo de visão, ele precisa diminuir de tamanho, então pode ser necessário usar um ou mais redutores focais, sempre lembrando que quanto mais elementos óticos se adiciona, pior deve ficar a imagem final. A Meade produz um dos poucos redutores focais fortes, de 0,33x. A maioria produz redutores 0,5 ou 0,7. Tanto os redutores focais quanto as lentes barlow precisam ter tamanhos compatíveis com as oculares e os porta-oculares, podendo se ajustar com 1 ou mais adaptadores.

Mais alguns acessórios óticos:



Diagonais são peças com espelhos inclinados 45 ou 90 graus que podem ser necessários nos refratores e nos catadióptricos para que se consiga uma posição mais confortável para observação, já que sem eles, em algumas ocasiões a pessoa poderia ter que posicionar o olho muito perto do chão ou em outra posição desconfortável. Como o uso do diagonal implica a introdução de mais um elemento ótico, é desejável que ele cause a menor perda possível na qualidade. Para isso sua superfície precisa ser extremamente plana, lisa e altamente reflexiva. Diagonais dielétricos costumam refletir mais de 99% da luz incidente, enquanto espelhos “normais” podem refletir apenas 90% ou até menos. As superfícies devem ter erro máximo em torno de $\lambda/10$. Além disso é desejável que sejam feitos de metal ou fibra de carbono, para que haja rigidez e não fiquem ligeiramente tortos, o que afetaria um pouco a imagem.

Eretores são peças constituídas por lentes ou espelhos que são usadas com o objeto de “desinverter” as imagens. Não é recomendável que sejam usados, por serem elementos que degradam a imagem e não têm nenhuma utilidade. Além disso, as boas empresas geralmente nem sequer produzem estas peças, o que torna seu uso ainda mais desaconselhável, já que as existentes no mercado são de qualidade duvidosa.



Filtros são acessórios que podem se prestar a diversas finalidades, como produzir fotos em RGB com câmeras monocromáticas e depois somá-las em softwares específicos, minimizando a perda de nitidez causada pelos diferentes índices de refração das diferentes cores. Podem ser usados na observação direta para melhorar o contraste em alguns objetos, como filtros verdes para Lua, azul para as nuvens de Júpiter, há um filtro especial da TeleVue para Marte etc. Ou podem ser usados para reduzir a luminosidade da Lua ou do Sol. No caso da Lua, pode-se usar os filtros atarrachado na borda das oculares, mas no caso do Sol existe o perigo de o filtro rachar e, em

seguida, lesar a retina do observador. Existem filtros solares para se colocar na frente da objetiva ou logo na abertura do telescópio, recebendo a luz solar antes de ela ser intensificada pelos elementos óticos, chegando muito mais fraca e sem risco de rachar ou derreter algo. Também se pode observar o Sol por projeção da imagem num anteparo. Há telescópios específicos para observação do Sol, da coroa solar etc., entre os quais os Coronado são os mais consagrados. Há também polarizadores, que são filtros de transmissão variável, geralmente entre 2% e 40%, que servem principalmente para a Lua. Há filtros para nebulosas que ajudam a melhorar o contraste. As marcas de filtro mais famosas são Lumicon e Bader, além das marcas já citadas, como TeleVue, Antares, Orion, Meade etc. Como as superfícies dos filtros são planas, é muito mais fácil produzi-los com alta qualidade e o prejuízo que eles causam geralmente é compensado com folga pelo ganho em nitidez que eles proporcionam.

Acessórios não-óticos:

Motores são acessórios importantes para fotografias, mas não fazem muita diferença para observação direta,



inclusive podem atrapalhar se travarem e não oferecerem a possibilidade de mover manualmente a estrutura, como as montagens Sirius e Atlas da Orion. Geralmente os motores são desenhados para estruturas bem específicas, e pode não ser fácil adaptar motores de uma estrutura para serem usados em outra ligeiramente diferente. O ideal é já adquirir equipamentos motorizados, se esta for a intenção, ou pesquisar qual o modelo exato de motor indicado para determinado modelo de montagem. Em montagens equatoriais pode ser suficiente usar um motor para AR, mas nas montagens em forquilha ou dobsonianas são necessários dois motores para que se possa acompanhar o movimento sideral ou de objetos específicos. Geralmente além dos motores se tem o recurso “tracking”, para fixar num objeto e acompanhar o movimento dele. Se o telescópio for computadorizado, com uma conexão paralela num controle GoTo, AutoStar ou no computador, pode-se configurar para acompanhar uma grande variedade de objetos, inclusive planetas, cometas, asteróides e até satélites artificiais, estações orbitais, telescópio Hubble etc. Para isso é necessário um software que contenha os elementos orbitais do que se deseja acompanhar e que seja compatível com a motorização do telescópio. A motorização pode incluir também GPS, que reconhece a posição do instrumento e pode ter recurso de auto-alinhamento. Existem também telescópios GoTo sem motor, como os Intelliscope da Orion, que não se movem automaticamente, mas possibilitam localizar qualquer objeto por meio da escolha num menu e depois vão indicando num visor qual a diferença entre a posição atual para a qual o telescópio está apontando em relação à posição do objeto escolhido para ser observado, até zerar a diferença (a pessoa vai movendo manualmente o tubo e observando o visor até que a diferença seja zerada).

Conclusão final:

De acordo com todas estas informações, o que se deve tentar escolher? Bom, dentro do limite de orçamento que se dispõe, deve-se pesquisar quais são as alternativas disponíveis e depois compará-las tendo em consideração os fatores que forem mais importantes para cada finalidade específica. Digamos que a pessoa quer observar especialmente planetas, então um refrator TEC ou TeleVue pode ser uma excelente opção. Se a pessoa quer observar tudo, inclusive planetas, pode ser mais vantajoso um newtoniano Orion, Meade ou Celestron. Se a pessoa quer tirar fotos, pode ser necessário motorizar, caso contrário pode ser melhor investir numa abertura maior. Instrumentos que venham com uma ocular longa (40mm) e outra curta (6 mm) poupam custos adicionais, pois já vem equipados para planetas e céu profundo. Os que trazem apenas 1 ocular de 20mm ou 25mm geralmente são médios para céu profundo e planetas, e precisam de duas outras oculares, pelo menos. Os kits com 3 oculares e 2 barlows, tudo de baixa qualidade, são piores do que apenas 1 ocular boa. Além de aberração cromática, as oculares de baixa qualidade deixam as imagens escuras, distorcidas nas bordas, criam reflexos “fantasmas” (pode-se ver um “eco” de Vênus repetido 4 ou 6 vezes, como “fantasmas”), além de terem regiões em que a imagem fica mais embaçada etc.



O erro mais básico e freqüente é comprar os telescópios 675x, 575x, 525x da vida, que geralmente não conseguem aumentar mais do que 50x sem degradar seriamente a qualidade da imagem, usam oculares de plástico Huygens e Ramsden, portanto com aberração, a qualidade das objetivas é sofrível, a montagem é dura quando não deveria ser e frouxa quando não deveria ser. Não são recomendáveis, em geral, telescópios com superlativos no anúncio, do tipo “fantástico telescópio”, “super telescópio”. Seria muito melhor se informasse algo sobre o erro ótico máximo ser menor que $\lambda/10$, que é um dado objetivo e sem dramatização. O poder de aumento que informam não é uma característica do

telescópio, é uma relação entre a distância focal do telescópio e da ocular em conjunto com as lentes Barlow. Pode-se ter imagens extraordinárias com 50x ou 100x num instrumento de boa qualidade, enquanto os aumentos exorbitantes de 500x ou 1000x podem produzir apenas manchas escuras e pobres, usando um punhado de lentes ruins umas sobre as outras. Algumas pessoas alegam que com um orçamento muito limitado, a única seria levar um destes, mas estão erradas, conforme comentarei mais adiante. Há produtos de boas marcas a preços praticamente iguais aos de marcas ruins, e há produtos usados muito baratos e de qualidade muito superior aos novos de marcas ruins. Basta pesquisar.

O segundo erro mais básico, geralmente cometido por quem já aprendeu que abertura é mais importante do que a quantidade de aumentos, é comprar instrumentos de baixa qualidade só para ter uma grande abertura a um baixo custo. Os Baytronix são a armadilha mais comum para estas pessoas, que levam um 6 polegadas novo e bonito, em montagem equatorial, por \$ 200, felizes da vida, mas quando usam pela primeira vez, já sentem vários problemas óticos e mecânicos.

Outro erro é pensar apenas na parte ótica, sem levar em conta a firmeza da estrutura e a suavidade de movimentos, bem como o tipo de montagem e a praticidade de uso.

Por fim, um erro também grave é pensar que um telescópio motorizado ou computadorizado oferece vantagem em comparação a um não motorizado. A vantagem existe se for para tirar fotos. Caso contrário, o custo com a motorização pode ser melhor aplicado na obtenção de um instrumento com maior abertura.

Então a qualidade ótica, que geralmente está associada à marca, o tamanho da abertura, que determina a capacidade de captar luz, e os detalhes sobre a montagem e os acessórios são fatores importantes a serem considerados. Cabe a cada um avaliar como interpretar e aplicar conjuntamente as informações apresentadas aqui de modo a atender às suas necessidades pessoais. O caminho indicado aqui é bastante razoável, certamente incompleto e há muito mais a dizer, porém acredito que já seja suficiente para evitar alguns equívocos graves na escolha.



O que se consegue ver com telescópios de diferentes tamanhos?

Tentaremos dar uma resposta à pergunta mais comum quando alguém quer escolher um instrumento ótico: **o que eu consigo ver com ele?**

Geralmente a pessoa não tem experiência com ótica, não está preocupada com detalhes técnicos como o wave front error ou o Strehl ratio do espelho, nem se a montagem é uma Gemini 11 ou uma EQ2, se o aparelho é fácil de colimar ou se o GoTo tem PEC. Ela quer saber principalmente os aspectos mais práticos, isto é, o que dá pra ver com o tal telescópio.

Em nossa resposta tentaremos ser objetivos, simples e tão abrangentes quanto possível. Antes de tudo precisamos lembrar o que foi dito no item 4 do tópico “Outros detalhes”. Sendo assim, tomaremos como referência 7 instrumentos típicos de diferentes tamanhos e qualidades, e diremos o que é possível observar com cada um deles:

C8 (Celestron CN8, Newtoniano, D 203 mm, F 1000 mm, montagem equatorial alemã)

M127 (Meade ETX 125, Maksutov-Cassegrain, D 127 mm, F 1900 mm, montagem em forquilha)
B114 (Bushnell Voyager, Newtoniano-Cassegrain, D 114 mm, F 500 mm, montagem peculiar esférica)

L70 (Lomo Astele 70, Maksutov-Cassegrain, D 70 mm, F 890 mm, montagem peculiar)

JC76 (Jason Comet, Newtoniano-Cassegrain, espelho esférico, D 76 mm, F 480 mm, montagem azimutal)

M60 (Meade refrator acromático 60 mm, F 700 mm, montagem azimutal)

N40 (Nikula refrator Bak4 40 mm, F 137 mm, 16x, sem montagem)

Sol:

C8 Possibilita ver manchas, trânsitos de Vênus e Mercúrio, trânsito de satélites artificiais, do ISS, do HST etc.

M127 Possibilita ver manchas, trânsitos de Vênus e Mercúrio, trânsito de satélites artificiais, ISS, HST etc.

B114 Possibilita ver manchas, trânsitos de Vênus e Mercúrio

L70 Possibilita ver manchas, trânsitos de Vênus e Mercúrio

JC76 Possibilita ver manchas, trânsitos de Vênus e Mercúrio

M60 Possibilita ver manchas, trânsitos de Vênus e Mercúrio

N40 Possibilita ver manchas, trânsitos de Vênus e Mercúrio

Mercúrio:

C8 Possibilita ver fases com facilidade

M127 Possibilita ver fases com facilidade

B114 Possibilita ver fases

L70 Possibilita ver fases com facilidade

JC76 Possibilita ver fases com **dificuldade**

M60 Possibilita ver fases

N40 Possibilita notar ligeira mudança na forma com a mudança de fases

Vênus:

C8 Possibilita ver fases com grande facilidade

M127 Possibilita ver fases com grande facilidade

B114 Possibilita ver fases com facilidade

L70 Possibilita ver fases com grande facilidade

JC76 Possibilita ver fases com facilidade

M60 Possibilita ver fases com facilidade

N40 Possibilita ver fases

Lua:

C8 Possibilita ver crateras, cordilheiras, muitos detalhes na superfície

M127 Possibilita ver crateras, cordilheiras, muitos detalhes na superfície

B114 Possibilita ver crateras, cordilheiras

L70 Possibilita ver crateras, cordilheiras

JC76 Possibilita ver crateras, cordilheiras

M60 Possibilita ver crateras, cordilheiras

N40 Possibilita ver crateras, cordilheiras

Marte:

C8 Vários detalhes na superfície e calotas polares

M127 Calotas polares em períodos favoráveis, Syrtis Major em períodos favoráveis

B114 Disco do planeta com facilidade

L70 Disco do planeta com facilidade

JC76 Disco do planeta

M60 Disco do planeta

N40 Disco do planeta com **dificuldade** em períodos favoráveis

Ceres:

C8 Disco do planetóide

M127 Fácil de ver

B114 Fácil de ver

L70 Fácil de ver

JC76 Fácil de ver

M60 Fácil de ver

N40 Possível ver

Júpiter:

C8 Muitos detalhes no topo das nuvens, cores, manchas, faixas e detalhes na forma das faixas, tempestades nas faixas, os 4 maiores satélites são percebidos como disquinhos, as sombras dos satélites projetadas em Júpiter como disquinhos, diferenças de cores dos satélites

M127 Mancha vermelha e faixas horizontais com facilidade, cores, os 4 maiores satélites, as sombras dos satélites projetadas em Júpiter

B114 Faixas horizontais com facilidade, cores, os 4 maiores satélites

L70 Faixas horizontais com facilidade, cores, os 4 maiores satélites, as sombras dos satélites projetadas em Júpiter

JC76 Faixas horizontais com muita **dificuldade**, tonalidades, os 4 maiores satélites

M60 Faixas horizontais, tonalidades, os 4 maiores satélites

N40 Disco do planeta, achatamento polar, 4 satélites com dificuldade

Saturno:

C8 Divisão de Cassini nos anéis, detalhes no topo das nuvens, faixas escuras, 6 ou 7 satélites, sombra de Titã como disquinho, diferenças de cores

M127 Anéis com facilidade, faixas escuras, 4 ou 5 satélites

B114 Anéis com facilidade, 3 ou 4 satélites

L70 Anéis com facilidade, Titã

JC76 Anéis, Titã

M60 Anéis com facilidade, Titã

N40 Percepção da forma alongada devido aos anéis

Urano:

C8 Disquinho, cor esverdeada

M127 Disquinho, cor esverdeada com **dificuldade**

B114 apenas é possível ver com facilidade

L70 apenas é possível ver com facilidade

JC76 apenas é possível ver com facilidade

M60 apenas é possível ver com facilidade

N40 apenas é possível ver com facilidade

Netuno:

C8 Disquinho, cor azulada

M127 Sensação de disquinho

B114 apenas é possível ver com facilidade

L70 apenas é possível ver com facilidade

JC76 apenas é possível ver com facilidade

M60 apenas é possível ver com facilidade

N40 apenas é possível ver

Nebulosas (ex.: Orion):

C8 Muitos detalhes de diferenças de intensidades e contornos
M127 Detalhes de diferenças de intensidades e contornos
B114 Mancha de algodão
L70 Manchinha de algodão
JC76 Manchinha de algodão
M60 Manchinha de algodão
N40 fumacinha

Aglomerados globulares (ex.: 47 Tucanae):

C8 Sensação de que resolve algumas estrelas individuais
M127 Mancha com gradiente de brilho
B114 Mancha com gradiente de brilho
L70 Manchinha circular
JC76 Manchinha
M60 Manchinha circular
N40 fumacinha

As cores de nebulosas exigem aberturas acima de 400 mm para serem percebidas por observação direta, embora sejam facilmente fotografadas com instrumentos de 100mm ou até menos. Os satélites de Marte seriam visíveis com um 200 mm ou 250 mm, não fosse pela grande proximidade ao planeta, que os ofusca. Com 300 mm é possível ver Fobos e Deimos, Titânia e Oberon, Tritão, Plutão. Devido à inevitável interferência da atmosfera, o limite prático de abertura para perceber o máximo de detalhes em planetas é cerca de 400 mm com aumentos de 300x a 700x. Em casos excepcionais se pode chegar a pouco mais de 1000x. Nos observatórios situados a grandes altitudes, onde a atmosfera é mais rarefeita e tranqüila devido ao frio, há casos de 2000x para observação de Titã e Marte. Há fontes que afirmam que Herschel teria usado algumas vezes 6000x. Contudo, em condições “normais” boas, raramente se consegue alguma vantagem usando mais de 700x.

Alguns detalhes interessantes: o Lomo 70 mm, apesar da obstrução maior que do Jason Comet 76 mm e da abertura menor, produz imagens melhores, possibilita observar mais objetos e mais detalhes, graças à sua superior qualidade ótica e ao fato de ter espelho parabolóide, enquanto o Jason Comet usa espelho esférico. O Meade 60 mm refrator acromático apresenta pouca aberração cromática se comparado a refratores acromáticos de outras marcas inferiores, com os quais não se consegue ver boa parte do que é possível ver com o Meade. Por exemplo: Titã é facilmente visível no Meade, mas não em outros de baixa qualidade porque vira uma manchinha, em vez de um ponto, dificultando a percepção. Detalhes em Júpiter são visíveis com ele, mas não com similares de outras marcas, e até mesmo maiores de outras marcas, como o Jason Comet 76 mm. O Bushnell 114 mm é inferior ao Lomo 70 mm para observar detalhes em planetas, devido à qualidade ótica do Lomo, no entanto o Bushnell é melhor do que Lomo 70 para céu profundo, porque sua maior abertura possibilita captar mais luz.

Para ter uma idéia geral sobre o que é possível observar com cada instrumento, convém calcular sua magnitude visual limite. Para saber a mv limite de cada telescópio, uma fórmula básica é:

Refletor com 20% de obstrução, 90% de reflexão em cada espelho, 95% de transmissão na ocular

$mv_limite = 0,7 + 5 \times \log(D)$, em que D é a abertura em milímetros.

Refrator sem diagonal, com 95% de transmissão na objetiva, 95% de transmissão na ocular

$mv_limite = 1,1 + 5 \times \log(D)$, em que D é a abertura em milímetros.

Há fórmulas menos realistas, mas na prática me parece que estas fórmulas fornecem os limites reais do que se consegue ver. Um dos erros comuns nos cálculos é dividir o diâmetro da abertura pelo diâmetro da pupila humana dilatada (7 mm), elevar ao quadrado, tirar o logaritmo, multiplicar por 2,5 e somar com 6,2. O problema é que temos 2 olhos, portanto captamos o dobro da luz de uma que é captada por uma lente de 7 mm, além disso é preciso considerar as perdas por absorção, obstrução e ineficiência na reflexão. Geralmente isso resulta na perda de mais de 1 magnitude.

Novos x usados:

Para começar, é interessante considerar que existe um preconceito largamente disseminado contra produtos usados, que acaba por depreciá-los abaixo do que realmente valem. Se um produto teve a embalagem aberta, embora continue tão novo como era enquanto a embalagem estava lacrada, este simples ritual de abrir a embalagem já reduz o valor em 30% ou algo assim. Porém existem também depreciações reais que resultam de desgaste do tempo.

O mais importante a ser analisado na compra de um produto usado é se sua ótica está em perfeitas condições, sem riscos ou manchas, sem defeitos de fábrica etc. Depois se analisa a parte mecânica, se não está com folgas ou deformações irreparáveis. Se estiver tudo ok, provavelmente a depreciação será puramente cosmética, além de a vida útil do espelho ser um pouco menor do que quando ele era novo. De modo geral, o valor intrínseco de um usado bem conservado deveria ser cerca de 95% de um novo, mas na prática custa de 40% a 60%. Isso, em si, já representa uma vantagem interessante em preferir usados, e dos meus últimos 9 telescópios, 8 foram usados. O ganho que se tem no preço pode ser investido numa abertura maior, em acessórios extras, em uma marca melhor etc. É muito mais vantajoso levar um Meade usado 10" do que um Zhumell novo 10", ambos com mesma montagem e mesmas características gerais, porque a qualidade ótica do Meade usado continua superior à do Zhumell novo. Ou então é muito melhor um Meade 12" usado do que um Meade 8" novo, sendo que os preços podem ser quase iguais.

Além desses detalhes mais óbvios, há também alguns mais sutis que podem justificar a preferência por telescópios usados: embora os produtos da China estejam se tornando cada vez melhores e conquistando um importante espaço no mercado, ainda estão longe de se igualar aos produtos japoneses. Os Takahashi ainda são muito superiores aos Guan Shen Optics. E como até poucos anos atrás a qualidade dos produtos chineses era bem inferior à atual, empresas americanas e européias não contratavam mão-de-obra chinesa para partes de seus produtos, mas sim compravam peças japonesas. Os Meade, Celestron e Orion antigos possuem várias partes produzidas no Japão, enquanto os novos tem estas partes produzidas na China. Há alguns reviews sobre oculares que apontam a Meade 9.7mm antiga, feita no Japão, como uma das melhores oculares planetárias, enquanto a 9,7mm atual nem sequer é considerada muito boa. Isso significa que tanto a ótica quanto a mecânica de alguns telescópios usados podem ser superiores à dos mesmos modelos mais novos.

Outra vantagem importante é que um produto usado já passou pela avaliação de um usuário, por isso se tinha algum defeito, foi substituído, logo é improvável que um produto usado apresente qualquer defeito de fabricação. Um novo não passou pelas mãos de ninguém e se tiver defeito precisa ser enviado de volta ao fabricante para substituição, e como o frete internacional não é barato, isso significa que assumir o risco de trazer um produto com defeito de fábrica não é algo muito convidativo. Há uma empresa nos EUA chamada Company Seven que faz testes nos produtos novos antes de vendê-los, e cobra uma pequena taxa por isso

(cerca de 10% do produto). A maioria dos compradores experientes prefere comprar usados ou da Company Seven, porque sabem que o risco de um defeito de fábrica é grande o bastante para justificar investir 10% a mais num teste antes da compra.

Portanto ao adquirir um produto usado, além de pagar menos, levar um produto que pode ter melhor qualidade ótica e mecânica, ter menos riscos de apresentar defeito de fabricação, ainda por cima é comum receber maior quantidade de acessórios e ter flexibilidade para escolher/trocar acessórios, enquanto os novos são configurados em kits fechados.

Isso não é uma apologia aos produtos usados. Isso é uma desmistificação da falsa supremacia que se costuma atribuir aos produtos novos. Lembrando que alguns destes critérios só se aplicam às marcas Meade, Celestron e Orion. Os Takahashi e Vixen, por exemplo, sempre foram feitos no Japão e praticamente não há casos de defeitos de fabricação, portanto dois dos argumentos em favor dos usados não seriam aplicáveis a estas marcas.

O que se pode dizer a favor dos novos? Em primeiro lugar, muitos oferecem frete gratuito dentro dos EUA, o atendimento costuma ser mais profissional e cordial, se houver defeito você tem para quem chorar e será consolado com uma troca por um novo, o tempo de vida útil de todas as partes é um pouco mais longo, a estética geral é superior, alguns produtos novos usam fibra de carbono em lugar de aço ou alumínio dos modelos antigos, com ganho em leveza, resistência e indeformabilidade. Na verdade, a maioria destas vantagens é bastante ilusória. Um risco no tubo, por exemplo, não afeta em nada a performance. Os usados, se forem vendidos sem defeito, não deve aparecer defeito de um momento para outro, e se o dano for causado por queda ou mal uso, a garantia do novo não cobriria também. Pagar o dobro do preço por um atendimento mais profissional não é muito razoável, e o frete gratuito dentro dos EUA não pode ser desfrutado por quem vive no Brasil. Eu levei cerca de 2 anos até renunciar aos meus preconceitos iniciais e admitir que produtos usados podem ser mais vantajosos, DESDE que se compre em algum sistema no qual os vendedores sejam avaliados publicamente por vários compradores, recebendo pontos, estrelas ou algo que permita estimar sua credibilidade, e assim se consegue evitar o risco de comprar algo com problemas não informados no anúncio ou algo do gênero.

Onde comprar?

No Brasil não existem muitas lojas especializadas, e as poucas que existem praticam preços cerca de 3 a 50 vezes maiores que as lojas nos Estados Unidos. Contudo existem vantagens práticas que podem justificar compras no Brasil, tais como entrega quase imediata, possibilidade de parcelamento no cartão, suporte pós-venda e facilidade para troca em caso de defeito de fábrica.

Uma antiga loja famosa era Omnilux, que agora se especializou em instrumentos de grande porte. A AstroShop é talvez a mais famosa do Brasil atualmente. O Armazém do Telescópio também é famoso e comercializa novos e usados. Sites como Que Barato e Mercado Livre são opções interessantes para usados, mas pode ser mais vantajoso trazer usados do exterior por 1/3 a 1/20 do preço que costumam vender usados no Brasil. Um dos melhores centros de comércio e permuta de produtos astronômicos usados é a Astromart, com alguns itens de alto padrão que não são encontrados em outros lugares, de marcas como Lomo, Pentax, Zeiss, Astropysics, TMB, Questar etc. O eBay é outra fonte interessante em que se pode encontrar pechinchas fantásticas. Eu consegui comprar um Jason Comet 76 mm, produzido no Japão, com 4 oculares, 2 lentes barlow, tudo junto por \$ 5! E há meios de envio promocionais com frete muito barato. Um telescópio de 76 mm catadióptrico, com montagem em aço, oculares japonesas, adaptador de câmera fotográfica, não custa menos de R\$ 1.000 no Brasil. Por ser

usado, digamos que R\$ 500,00 seria um preço normal. É comum encontrar no eBay os famosos Meade ETX 60 mm por menos de \$ 50, enquanto no Mercado Livre já vi um usado de mesmo modelo anunciado por R\$ 1.900,00. Há poucos dias uma pessoa comentou que um binóculo Tasco Bak4, 7x 50, usado, estava barato por R\$ 300,00. Nos EUA um novo custa \$ 29,90 e um usado se consegue até por R\$ 0,99 no eBay! Aliás, um dos melhores lugares para compra de telescópios usados é o eBay, onde se consegue alguns instrumentos por preço quase 100 vezes menor. Também no Japão e alguns países europeus alguns telescópios são praticamente “descartáveis” e quando o proprietário adquire um instrumento maior e melhor, acaba vendendo o antigo a um custo irrisório. Já houve casos de eu adquirir produtos que valeriam facilmente \$ 800,00 por menos de \$ 10,00, por haver algum risco no corpo do tubo ou alguma pequena avaria que não afetava em nada a qualidade ótica ou a funcionalidade mecânica. Enfim, a diferença de preços é gritante. Além disso há alguns procedimentos do tipo: se preciso de um motor para acompanhamento, e o motor custa \$ 39,00, mas existe um telescópio inteiro usado por \$ 4,95, eu compro o telescópio inteiro, removo o motor de que preciso e ainda fico com um telescópio de brinde. Não é fácil achar itens tão baratos, porque dependem de o leilão avançar sem que haja muitos lances até o final, mas pesquisando com paciência se consegue encontrar negócios fantásticos. Entre os produtos novos, também se consegue excelentes negócios com itens fora de linha. Logo após o lançamento de um produto novo, os similares que ficam obsoletos caem substancialmente de preço, e as lojas que não trabalham em consignação ficariam com estes itens “encalhados”, por isso preferem vender ao preço de custo ou até menor que o preço de custo, outras vezes oferecem como brindes promocionais a quem compra determinados itens.

Onde comprar no exterior:

<http://www.ebay.com/>
<http://www.astromart.com/>
<http://www.telescopes.ru/>
<http://www.amazon.com/>
<http://www.telescope.com/>
<http://www.buytelescopes.com/>
<http://www.opticsplanet.com/>
<http://www.telescopes.com/>

Onde comprar no Brasil:

<http://www.quebarato.com.br/>
<http://www.astroshop.com.br/>
<http://www.techs.com.br/users/dariopires/>
<http://www.telescopioscoletti.astrodatabase.net/>
<http://telescopios.sites.uol.com.br/>
<http://www.telescopios.com.br/>
<http://www.mercadolivre.com.br/>
<http://www.binoculos.net/>
<http://www.paraquedas.net/>

Lojas não-especializadas, como Americanas, Submarino, Shoptime, costumam fornecer informações incorretas e produtos de baixa qualidade a preços elevados. Fiz uma busca nas Americanas e só encontrei marcas “Weifeng” (chinesa?) e Bayard. Ambas desconhecidas, presumivelmente ruins, e a preços altíssimos. Um refrator 60 mm por R\$ 569,00! Nos EUA se compra um refrator 60 mm com ocular eletrônica para ver as imagens na TV e da marca Meade, muito superior, por cerca de \$ 55 novo ou menos de \$ 5 por um usado!

Em muitas lojas especializadas também há diversos produtos ruins, bem como no Mercado Livre a grande maioria, talvez mais de 95%, são de péssima qualidade. No entanto nas três lojas citadas acima, o mais grave que não há nenhum produto bom que eles ofereçam, enquanto nas outras há alguns bons que podem ser garimpados em meio aos diversos ruins, desde que se faça uma triagem com bons critérios. O perigo é quando não adianta tentar filtrar por simples falta de opção, quando as únicas opções são os Weifeng e Bayard.

Como comprar no exterior?

Compras no exterior são mais simples do que muitos imaginam. Se a pessoa tiver cartão internacional, pode usar o próprio cartão ou pode cadastrar o cartão no PayPal (www.paypal.com). Se não tiver cartão, pode cadastrar sua conta no PayPal. Alguns sites

aceitam pagamentos em wiretransfer e withdrawall, entre outras opções, mas a opção mais barata, prática, rápida, segura e aceita em praticamente todos os sites internacionais de compra é o PayPal. A principal vantagem é a segurança, porque depois que você cadastra seu cartão ou sua conta, não precisa ficar digitando número, prazo de validade e código de segurança do cartão em cada site de compra. Estes números ficam registrados no PayPal e basta você usar uma senha num login seguro no próprio PayPal para autorizar o pagamento à loja. Alguns vendedores cobram a diferença de 3% que eles precisam pagar ao PayPal, mas a maioria mantém o preço normal.

Depois que você cadastrou seu cartão, leva cerca de 3 dias úteis até que sejam adicionados 4 algarismos ao número de seu cartão. Basta você telefonar à sua administradora de cartão e perguntar este número para começar a usar o serviço.

Com sua conta PayPal ativa, já pode comprar em qualquer site internacional, e o pagamento é feito na moeda corrente do país, sendo sacado de sua conta em reais, com uma taxa de conversão em torno de R\$ 10,00 ou menos.

O preço do frete depende do peso, do tamanho de a opção de envio. Geralmente o peso define o valor na maioria das vezes, e em poucos casos o tamanho acaba sendo necessário para o cálculo. Pode-se encontrar uma tabela de preços para envios dos EUA ao Brasil nesta página: http://pe.usps.gov/text/Imm/ab_028.htm#ep1769232

As principais empresas que transportam produtos dos EUA a outros países são DHL, FedEx, USPS e UPS:

<http://www.dhl.com/>
<http://fedex.com/>
<http://www.usps.com/>
<http://www.ups.com/>

Para quantidades pequenas e leves, a mais barata é USPS, com limite de 70 libras (32kg).

Existem algumas restrições de marcas que impedem que se importe produtos da Meade, Celestron, Orion, TeleVue e outras. Isso cria algumas dificuldades consideráveis, mas ainda restam algumas alternativas interessantes:

- 1) Comprar na Europa, a preços um pouco maiores (cerca de 30% maiores), e há lojas européias que enviam produtos destas marcas ao Brasil sem restrição.
- 2) Quem tem parente nos EUA pode fornecer o endereço do parente para efetuar a compra, e depois pedir ao parente que envie ao Brasil.
- 3) Ir buscar pessoalmente, e as passagens (econômicas) ficam em cerca de \$ 1.500,00, o passaporte e o visto levam alguns meses até ficarem prontos.
- 4) Comprar outras marcas menos consagradas, como Zhumell ou Bushnell, ou marcas mais caras, como Takahashi, Vixen, William Optics, StellarVue, para as quais não existem restrições de importação.

Para itens abaixo de \$ 50 (produtos + frete abaixo de \$ 50), teoricamente há isenção da taxa de importação desde que o remetente e o destinatário sejam pessoas físicas. Na prática pode ocorrer de tributarem mesmo que estas condições sejam atendidas, e também pode ser que não seja tributado em alguns casos em que as condições não sejam atendidas.

Uma interessante informação fornecida pelo astrônomo Roberto é que o CNPq criou um programa de incentivo à importação de equipamentos científicos, isentando pesquisadores da taxa de importação. Portanto você pode pedir a seu professor, por exemplo, que traga instrumentos para você em nome dele.

Se você representa uma escola pública, de uma região periférica e carente, e deseja adquirir um instrumento para sua escola, mas não consegue trazer por intermédio do CNPq ou MEC, eu posso trazer a preço de custo ou posso orientar passo a passo como você deve proceder para trazer. Dependendo de qual é o instrumento desejado para sua escola, eu posso trazer por minha conta e doar à sua escola. É necessário comprovar seu vínculo com a escola e a direção precisa emitir uma carta descrevendo brevemente como será usado o instrumento.

Se você ganhou medalhas em Olimpíadas Internacionais da Astronomia, Física ou Matemática, e quer importar, mas não tem como fazer, eu também me coloco à disposição para ajudar sem custo. É necessário comprovar suas premiações informando link oficial onde seu nome seja citado, ou alguma evidência equivalente.

Quais as melhores marcas?

Existem muitas marcas diferentes, com diferentes especializações. Alguns especialistas afirmam que a Lomo produz as melhores lentes do mundo, outros preferem Zeiss ou Takahashi. A marca mais famosa de instrumentos óticos é provavelmente a Zeiss, talvez seguida pela Pentax. Binóculos Fujinon são considerados os melhores, por alguns especialistas, ao passo que entre os catadióptricos se considera que os Takahashi são os melhores, talvez rivalizados pelos Lomo e Questar. Os refratores Astrophysics, Lomo, TeleVue, TEC e William Optics são famosos. Os Newtonianos Starmaster (com espelho Zambuto) ou NightSky (com espelho Pegasus) estão entre os melhores, talvez superiores aos JMI e Takahashi na parte ótica, porém talvez os Takahashi sejam melhores na parte mecânica e eletrônica.

Entre as marcas mais populares, os que combinam boa qualidade com baixo custo são os Intes, Vixen, Meade, Orion, Celestron, GSO, Zhumell, Bushnell.

A importância da marca na escolha do instrumento precisa ser ponderada com cuidado, porque nem sempre o mais caro atende melhor a determinadas finalidades. Por exemplo: um Lomo 70 mm sem montagem pode custar mais do que um Celestron 203 mm com montagem equatorial alemã, e com esta abertura 3 vezes maior o Celestron bate o Lomo em imagens planetárias e esmaga o Lomo em céu profundo. Por outro lado um Meade 60 mm pode ser superior a um Bushnell 70 mm de mesmo preço.

De modo geral, se a qualidade ótica estiver acima do limite de $\lambda/4$, a abertura pode ser mais importante que melhorar a qualidade ótica, e para qualidade inferior a $\lambda/4$ pode ser preferível um ganho em qualidade do que num aumento na abertura. Isso não é uma regra geral, e depende também se a finalidade principal é observação de planetas, cuja nitidez depende muito da qualidade ótica, ou de céu profundo, que depende mais do tamanho da abertura.

Estimo que mais de 80%, talvez mais de 90% das informações apresentadas aqui foram aprendidas com o amigo Alexandre Prata Maluf, a quem agradeço imensamente pela tão amável prontidão em sempre me ajudar na escolha e na avaliação de instrumentos óticos.