

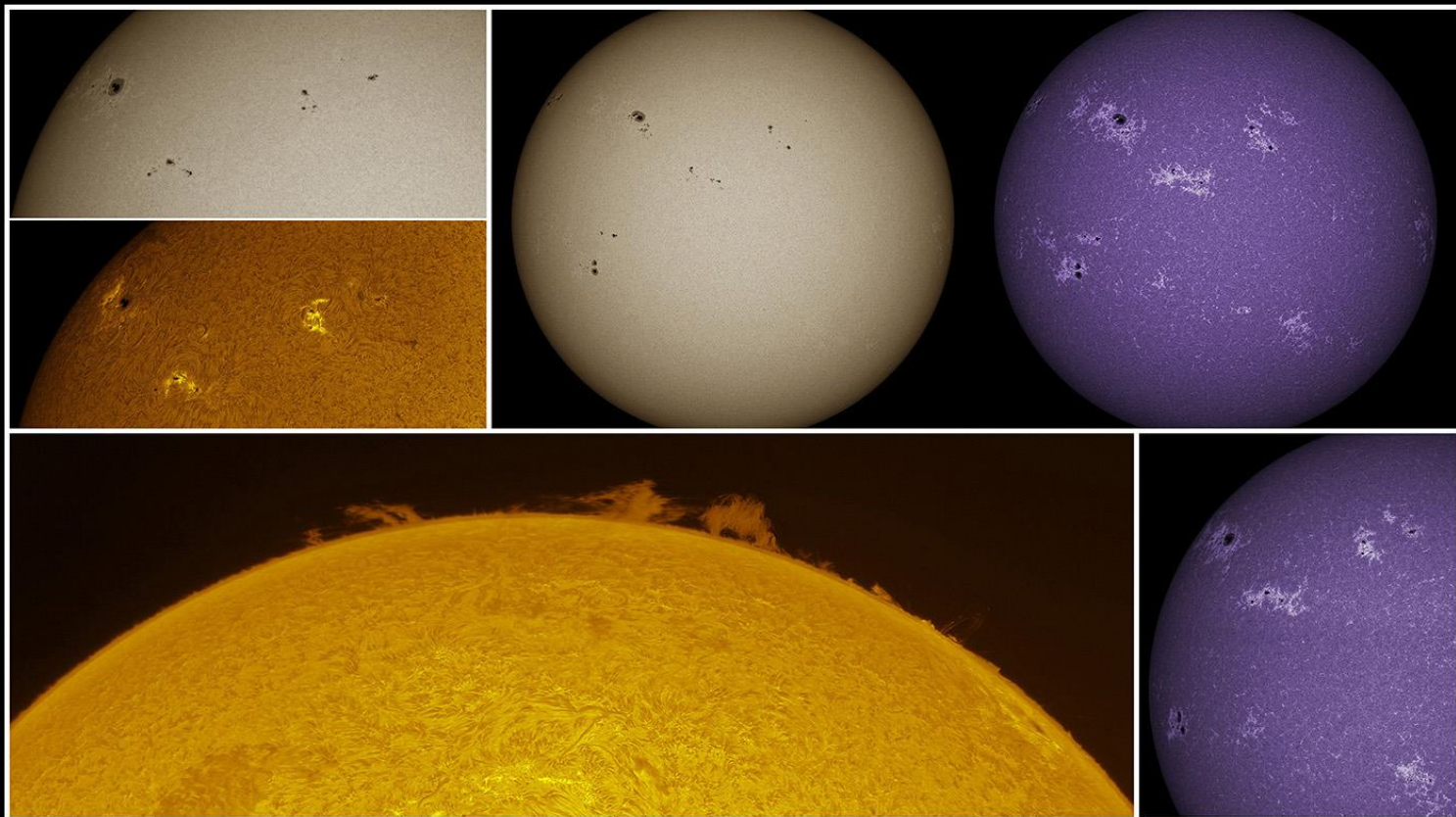


APAA

Associação
Portuguesa
de Astrónomos
Amadores

ASTRONOMIA de Amadores

N.º 45 Julho/Dezembro 2013



TEORIAS E FANTASIAS António Magalhães

UM CASEIRO ASTRÓNOMO Carlos Bernardino

CONTRAPESO DE EQUILÍBRIO PARA TODOS OS TELESCÓPIOS DE CASSEGRAIN
José Pedro Carreira Martins

COMO CALCULAR UM PÁRA-LUZ PARA O SEU TELESCÓPIO Guilherme de Almeida

SOBRE O TAMANHO DA IMAGEM NO PLANO FOCAL DE UM TELESCÓPIO
Guilherme de Almeida

O MITO DO MENISCO DE MAKUTOV Guilherme de Almeida

METEORÓIDE, METEOROS E METEORITOS Vítor Gonçalves

UNUSUAL TELESCOPES: I - RUSSEL PORTER'S UNUSUAL TELESCOPES Pedro Ré

UNUSUAL TELESCOPES: II- FIXED EYEPIECE TELESCOPES Pedro Ré

THE 36-INCH CROSSLEY REFLECTOR Pedro Ré

NOVO LIVRO PARA CONHECER O CÉU

APAA

Associação Portuguesa
de Astrónomos Amadores



ASTRONOMIA DE AMADORES

Revista de divulgação astronómica (n.º 45) — Julho/Dezembro — ano 2013

Propriedade: Associação Portuguesa de Astrónomos Amadores (APAA); P.C. n.º 501 213 414.

Sede: Rua Alexandre Herculano, 57- 4.º Dto., 1250 - 010 Lisboa (telefone: 213 863 702)

email: info@apaa.co.pt • <http://apaaweb.com/>

*REPRODUÇÃO PROIBIDA, EXCEPTO SOB AUTORIZAÇÃO EXPRESSA DA DIRECÇÃO DA APAA.
AS REFERÊNCIAS E AS CITAÇÕES DEVEM INDICAR EXPLICITAMENTE A ORIGEM.*

REVISTA ASTRONOMIA DE AMADORES

Equipa redactorial: Pedro Ré, Guilherme de Almeida.

Periodicidade: Semestral

Distribuição: a Revista **ASTRONOMIA DE AMADORES** é distribuída gratuitamente a todos os associados que à data da publicação do respectivo número estejam em pleno gozo dos seus direitos, assim como aos sócios honorários e membros do Conselho Técnico e Científico.

Conselho Técnico e Científico: Alcaria Rego, Alfredo Pereira, António Cidadão, António da Costa, Cândido Marciano, Carlos Saraiva, Guilherme de Almeida, José Augusto Matos, Pedro Ré e Rui Gonçalves.

Colaboraram neste número: Pedro Ré, Guilherme de Almeida, José Pedro Carreira Martins, Vítor Gonçalves, Carlos Bernardino.

Artigos para publicação: Os trabalhos destinados a publicação, devem ser fornecidos em formato Word 7 ou anterior, acompanhados de memorando explicitando o fim a que se destinam e sendo o conteúdo da responsabilidade dos autores. Só serão aceites trabalhos originais. Os artigos destinados a publicação serão previamente apreciados por um ou mais membros do Conselho Técnico e Científico ou da Redacção que, caso entendam necessário, incluirão nota devidamente assinalada. A APAA encoraja os seus sócios (e até os não sócios) a enviar artigos. Estes traduzem a opinião dos autores, e não necessariamente os pontos de vista da APAA.

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE ASTRÓNOMOS AMADORES (APAA)

Direcção

Presidente: Pedro Ré; **Vice-Presidente:** Carlos Saraiva; **Tesoureiro:** Pedro Figueiredo; **Secretário:** Vítor Quinta;

Secretário-Adjunto: Raimundo Ferreira.

Mesa da Assembleia-Geral

Presidente: António Magalhães; **Secretário:** Rui Gonçalves; **Vogal:** José Egeia.

Conselho Fiscal

Presidente: José Cardoso Moura; **Vogal:** Paulo Coelho; **Vogal:** Miguel Claro.

Pagamento de quotas

2ª a 5ª feira: das 10 h às 13 h e das 15 h às 19 h;

Pagamentos em cheque cruzado à ordem da APAA, vale postal ou transferência bancária.

Novos sócios:

Para se inscrever na APAA, basta enviar por carta, ou entregar pessoalmente na sede, uma folha A4 contendo nome, morada, data de nascimento, habilitações literárias e endereço e-mail (caso tenha), acompanhado de meio de pagamento da inscrição (5 Euros) e das quotas de pelo menos um trimestre (6 Euros). A quota mensal é de 2 Euros/mês. Os jovens até 25 anos têm uma redução das quotizações de 50%. Em <http://apaaweb.com/> existe um formulário de inscrição on-line que poderá facilitar todo este processo.

OBSERVATÓRIO APAA

Este observatório resulta de um protocolo estabelecido entre a APAA e o Planetário Calouste Gulbenkian. Denomina-se "Observatório Comandante Conceição Silva" e encontra-se anexo ao Planetário em Belém, junto ao Mosteiro dos Jerónimos.

ÍNDICE

TEORIAS E FANTASIAS	3
António Magalhães	
UM CASEIRO ASTRÓNOMO.....	6
Carlos Bernardino	
CONTRAPESO DE EQUILÍBRIO PARA TODOS OS TELESCÓPIOS DE CASSEGRAIN.....	8
José Pedro Carreira Martins	
COMO CALCULAR UM PÁRA-LUZ PARA O SEU TELESCÓPIO.....	11
Guilherme de Almeida	
SOBRE O TAMANHO DA IMAGEM NO PLANO FOCAL DE UM TELESCÓPIO	16
Guilherme de Almeida	
O MITO DO MENISCO DE MAKUTOV	20
Guilherme de Almeida	
METEORÓIDE, METEOROS E METEORITOS.....	24
Vítor Gonçalves	
UNUSUAL TELESCOPES: I - RUSSEL PORTER'S UNUSUAL TELESCOPES	29
Pedro Ré	
UNUSUAL TELESCOPES: II- FIXED EYEPIECE TELESCOPES	33
Pedro Ré	
THE 36-INCH CROSSLEY REFLECTOR	36
Pedro Ré	
NOVO LIVRO PARA CONHECER O CÉU	42

FOTOGRAFIA DA CAPA

SUN (MAY, 2013). LUNT152, LUNT60, TV101, DMK51. Pedro Ré (<http://re.apaaweb.com/>)

TEORIAS E FANTASIAS

António Magalhães
antoniomag@gmail.com

Pode parecer que as chamadas «teorias da conspiração» são um fenómeno recente. Na verdade são muito antigas. Em geral essas «teorias» baseiam-se em indícios mais ou menos concretos e, a partir deles, graças a uma considerável dose de imaginação, é construída uma enorme teia. É uma tendência humana: se um assunto nos interessa e não sabemos todos os pormenores, imaginamos o resto.

A história da astronomia permite-nos ver como é antiquíssima a ligação entre os humanos e a fantasia. Até onde se consegue saber, os nossos antepassados criaram, difundiram e deram novas versões a um sem número de mitos.

No presente, em especial nas cidades, mal se consegue ver o céu. A iluminação artificial não nos deixa contemplar a beleza de um céu cheio de estrelas ou o encanto das noites de luar. E, como se tal não bastasse, as motivações para ficar entre quatro paredes são cada vez mais: televisão, vídeo, internet, jogos de computador...

Numa sociedade como a nossa, os astrónomos amadores são uma “espécie” em perigo de extinção. Na sua imensa maioria têm de percorrer muitos quilómetros para encontrar um local onde possam usar os seus telescópios.



Num passado não muito distante, as pessoas apreciavam o céu e sentiam-se dominadas por ele, para o bem ou para o mal. Daí resultou um número infindável de mitos. Alguns deles permanecem nos nomes das constelações.

Como se sabe as constelações não passam de desenhos imaginários formados pelas estrelas que se vêem em determinada região do céu. Além disso, as distâncias entre as estrelas da nossa galáxia são tão grandes que o aspecto que vemos a partir da Terra seria o mesmo de qualquer outro local do Sistema Solar.

Fig. 1. A lua cheia, tal como é vista da Terra (NASA).

Mesmo que fôssemos para um hipotético planeta junto de Alfa do Centauro, a estrela mais próxima do Sol, o céu não ficaria muito diferente. As diferenças mais significativas seriam: a Cassiopeia que passaria a ter mais uma estrela brilhante, o nosso Sol; e o Centauro que ficaria sem a sua "alfa" (que nos iria parecer o nosso sol).

Claro que se pudéssemos ir para muito mais longe, aí sim, as constelações ficariam mesmo diferentes. Ainda hoje, para definir zonas na esfera celeste, continuamos a recorrer às constelações. A maioria resulta da mitologia grega. Não há ursas, escorpiões, nem touros no céu. Mas conhecemos a Ursa Maior, o Escorpião e o Touro... Os nossos antepassados imaginaram-nos e inventaram numerosas lendas para explicar a sua presença no céu.

Também aquelas "estrelas" estranhas que se vão passeando por entre as estrelas, despertaram a imaginação humana e por consequência são imensos os mitos que lhes estão associados. Refiro-me aos planetas e aos cometas.

Mas para além de gostarem de fantasiar, os humanos sempre se tiveram em grande conta. Para além de se sentirem o expoente máximo da Criação, o seu mundo, a Terra, só poderia estar no centro do Universo! Durante muitos séculos imaginaram as estrelas como pontos luminosos colados numa esfera de cristal a envolver a Terra.

Até à invenção do telescópio havia quem dissesse que a Via Láctea era uma exalação dos pecados da humanidade. Também foi considerada o leite derramado por uma deusa ou uma estrada para Santiago (de Compostela). Com Galileu começou a perceber-se que é um mar imenso de estrelas muito distantes como até já tinha sido afirmado por Demócrito 2000 anos antes.

Até ao início da era espacial, havia bem perto de nós uma outra fonte de fantasias: a face oculta da Lua. Desde a sua formação o nosso satélite natural foi lentamente perdendo velocidade de rotação até que esta ficou a coincidir quase perfeitamente com aquela com que a Lua gira em torno da Terra. Daí resultou que apenas consigamos ver cerca de metade da superfície lunar. Durante muito tempo aquela face escondida foi tema das mais diversas teorias. Cito apenas as duas que me recordo de ouvir: local de paragem das almas dos falecidos ou uma base de extraterrestres. As naves enviadas pelos soviéticos e depois pelos norte-americanos destruíram tais mitos. Pelo menos o segundo...

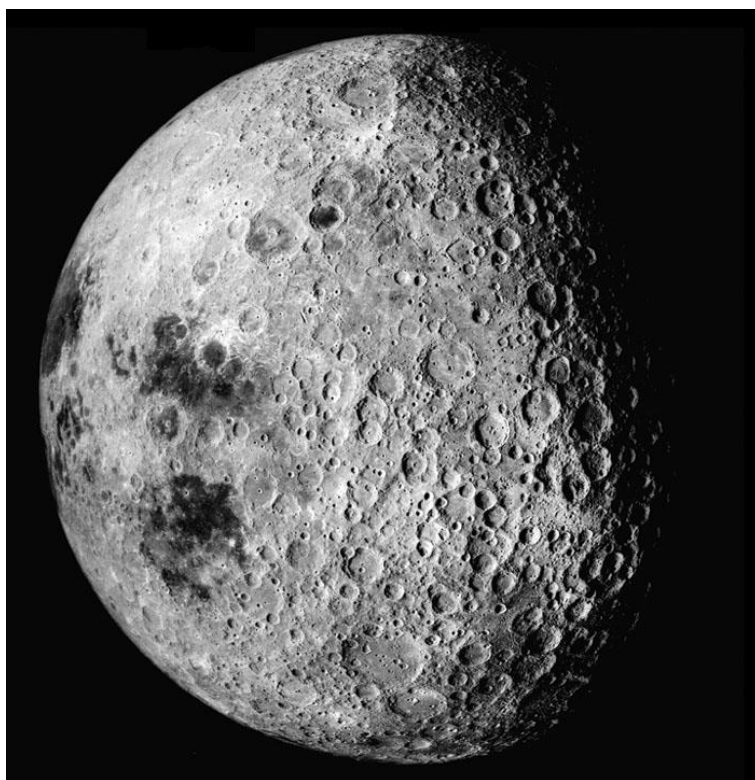


Fig. 1. A "misteriosa" face oculta da Lua, não observável a partir da Terra (NASA).

Afinal, a face oculta da Lua é apenas um mundo de montanhas, rochas e crateras não muito diferente da face que vemos na lua cheia.

Outra fonte de mitos, esta com direito a novelas, filmes e episódios de pânico na Terra, foi Marte. Desde os famosos canais de Schiaparelli em 1877 até às criaturas verdes a invadirem a Terra nos ecrãs dos cinemas, foram muitas décadas de fantasia.

Até que algumas naves terrestres lá chegaram e constataram ser um mundo desértico com um céu cor de laranja e onde já terá corrido água.

Claro que o facto de algumas sondas não terem conseguido pousar com sucesso foi aproveitado por alguns para especular sobre «alguma coisa estranha» no planeta. Como se aqui na Terra não acontecessem

acidentes...

Com a chegada das nossas sondas desapareceu o ponto de partida da "conspiração" dos marcianos.

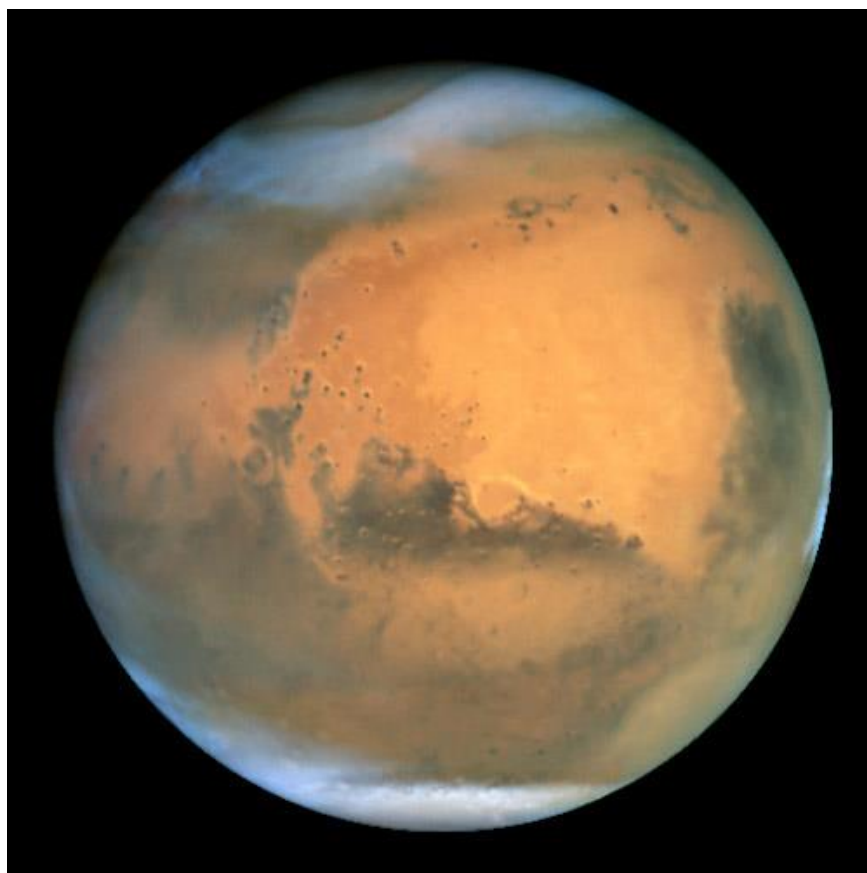


Fig. 3. O planeta Marte (NASA)

Há um outro tema de fantasias que parece inesgotável: o fim do mundo. Foram muitos os que acreditaram que o mundo acabaria no ano 2000. Agora já se não fala nisso, mas o facto de o calendário Maia terminar no corrente ano, leva muitos a pensarem que será desta. Daqui por um ano já ninguém se lembrará, mas até lá aparecerão outras fantasias igualmente assustadoras.

Entretanto... Em 2004 foi noticiada a aproximação de um asteróide que poderá colidir com a Terra. Na altura a notícia parece ter passado despercebida, talvez devido ao tsunami no Oceano Índico.

A verdade é que a rota do asteróide 2004 MN4, *Apophis*, o aproxima da Terra. No dia 13 de Abril de 2029 irá passar de novo muito perto de nós. A influência da gravidade terrestre decerto lhe desviará a trajectória. Se o fizer da maneira "adequada", 7 anos depois poderá colidir com a Terra. Se tal suceder o seu efeito será o equivalente a uma bomba de 880 megatoneladas de TNT...

Não conheço nenhuma teoria da conspiração sobre o assunto. Se ainda não houver, não será tempo de a inventarem?

A propósito de teorias, estão a completar-se 100 anos desde a criação de uma teoria notável: a da relatividade. Ao contrário das teorias da conspiração, as científicas são constantemente escrutinadas pelos especialistas na matéria. E mesmo que haja mil provas a seu favor, se aparecer uma só que a contradiga, a teoria é posta em causa. Um bom exemplo é a teoria do «Big-Bang». A versão original tem sofrido várias adaptações devido às novas descobertas. No entanto no essencial mantém-se como a melhor para explicar a origem do Universo. Mas se for descoberta uma prova que a desminta na sua essência, todo o trabalho terá de ser refeito.

Essa é a grande virtude da Ciência: a busca permanente e objectiva da verdade. É certo que tem o defeito de obrigar a trabalhar, a estudar e a puxar pela cabeça. A fantasia dá muito menos trabalho...

UM CASEIRO ASTRÓNOMO

Carlos Bernardino
bernardino.cmb@gmail.com



Viajar leva-nos ao encontro de coisas novas. O Alentejo está repleto de caixinhas de surpresa. Viajar para o Alentejo é frequentemente uma experiência fantástica. Foi o que senti numa saída de campo para a zona de Castelo de Vide. As surpresas da viagem começaram com o local de alojamento e de observação astronómica, lindo, ambiente acolhedor e familiar e com um céu escuro ao melhor nível de Portugal (Casa da Meada, Herdade de Santo Isidro). A herdade ainda nos reservava uma outra surpresa: o seu caseiro, Sr. Mateus, que foi encarregue de nos acompanhar na noite de observação.

Uma surpresa inesperada

O senhor Mateus é um homem de meia-idade, reservado como um bom alentejano, pele morena pela longa exposição aos elementos. Foi-me apresentado pela gestora da propriedade, Sra. D. Dalila Pita, que me disse que o Sr. Mateus estava encarregue de nos acompanhar noite fora e assegurou-me que *"ele gosta muito do céu"*.

Horas passadas, com um ensopado de javali e sopa de cação em permeio, a sessão de observação começou. Vou poupar o leitor a detalhes, apenas assegurar que apesar de algum fumo de incêndios no horizonte, o contraste era belíssimo.



Fig. 1 – Foto de grupo da nossa segunda visita à herdade. O Sr. Mateus é o primeiro a contar da direita. O autor deste artigo é o terceiro a contar da esquerda

O caseiro revela-se um bom conhecedor do céu

Estando eu absolutamente concentrado a observar os objectos de Sagitário, ouvi uma voz ... mal percebi o que dizia mas parecia falar-me de um triângulo. Aqui fiz má figura, confesso que não percebi. A voz era do Sr. Mateus e estava timidamente a pedir-me para observar a galáxia do triângulo *"que nunca a tinha visto bem a M33"*. Neste momento eu fiquei surpreendido. O caseiro conhecia os objectos de Messier, apontou para o dedo ao céu, em direcção a M33. Num momento em que a constelação do triângulo ainda não tinha nascido por completo.

Este alentejano, trabalhador rural, seja feitor ou caseiro, para além de conhecer o céu, as constelações e os objectos de Messier, e uma catrefada de NGC's que localiza a dedo no céu, estava perfeitamente ao nível de seguir conversas sobre astrofísica básica (cores e temperaturas de estrelas, nucleosíntese estelar), para as quais estava particularmente atento: notei a vontade de aprender, aquilo que não sinto nos alunos de secundário com que trabalho. Quando indaguei *"como é que aprendeu estas coisas de astronomia?"* ele respondeu que tinha uma carta (celeste) há muitos anos, e que *"nos anos 90 apareceram uns fascículos de astronomia que saíam todas as semanas ou meses. Comprei-os todos e foi aí que aprendi mais."* Ele é um dos nossos. Só que observa por uma luneta dos patrões, isolado no interior do Alentejo. *"Há hóspedes interessados em astronomia?"* Não me respondeu... imperou o silêncio da noite. Presumo que poucos ou nenhuns.



Fig. 2 – O Sr. Mateus, que nos surpreendeu com o seu conhecimento do céu nocturno.

Como tudo começou

A minha curiosidade por este alentejano levou a alguns momentos de conversa com o seu irmão, que me forneceu alguma informação adicional. O Sr Mateus é uma pessoa que desde a infância sempre manifestou um fascínio pela astronomia *"desde miudinho ele só falava nos astros"* disse-me o seu irmão, igualmente trabalhador da herdade.

O interesse pela astronomia não esmoreceu e só parou de observar o céu *"durante uns anos, enquanto estive emigrado [a trabalhar] nos TIR"*. Prossegue o próprio Sr. Mateus: *"quando voltei ao Alentejo já não me lembrava de nada [do céu], aprendi tudo outra vez"*.

Uma das partes da conversa que ainda ecoa no meu espírito foi a da sua solidão *"é duro estar aqui sozinho, os meus amigos julgam que eu invento coisas, que invento que há coisas no céu"*. O isolamento a que ele se referia não era físico, nem social é um isolamento intelectual.

Eu já visitei a herdade duas vezes e vontade de voltar não falta. E recordo-me de uma frase do nosso caseiro *"traga o seu telescópio, que dos petiscos trato eu"*. Desafio aceite.

CONTRAPESO DE EQUILÍBRIO PARA TODOS OS TELESCÓPIOS DE CASSEGRAIN

José Pedro Carreira Martins
martinsze@oniduo.pt

É sabido que os tubos dos telescópios de configuração Cassegrain, quer sejam *Schmidt-Cassegrain*, *Maksutov-Cassegrain*, *Ritchey-Chrétien*, têm o centro de massa muito recuado, pela posição do espelho e do focador suplementar, o que é vulgar nos modelos recentes, sendo esta característica ainda acentuada pela utilização de acessórios e/ou câmaras.

Na sua grande maioria, estes telescópios são fornecidos com uma barra *dovetail* (macho) a todo o comprimento do tubo, o que permite, avançando ou recuando todo o tubo em relação à *dovetail* fêmea da montagem, assegurar o equilíbrio perante a mudança de acessórios. Porém, esta tarefa revela-se por vezes incómoda, havendo vantagem em dispor de um contrapeso independente, provido de *dovetail* fêmea, que se desloca por essa barra fixada no telescópio, de modo a encontrar um bom equilíbrio com maior rapidez, sem ter de fazer correr todo o tubo do telescópio em relação à respectiva montagem. Este despretenhoso artigo trata precisamente deste útil acessório.

Nota prévia

A razão que me levou a “bricolar” eu próprio este acessório e isto aplica-se igualmente aos leitores eventualmente interessados, foi, principalmente, o gozo do *faça você mesmo* e não tanto a poupança, visto que, se não tivesse já todos os materiais necessários, provenientes de sobras e/ou desperdícios, teria sido mais vantajoso comprá-lo ao nosso amigo Raimundo que os tem para venda a bom preço e muito mais perfeitos. De qualquer modo, o custo do meu foi zero.

Modelo

Optou-se por um modelo de peça corrediça (*dovetail* fêmea), com haste cilíndrica para suportar um peso do tipo dos usados para equilíbrio nas montagens.

Construção

A peça principal que é pois, a corrediça, com a sua forma em “U” muito aberto, em que as pernas formam, de um lado, um ângulo agudo igual ao da *dovetail* (75°) e do outro um ângulo recto e que é, no fundo, o formato clássico usado nas montagens. Esta peça foi feita em três fases, tal com se descreve seguidamente.

Fase 1 – Molde e fundição

Numa lata de comida para cães, adaptada a “cafeteira”, foram fundidas duas chumbadas para pesca à cana, fazendo uma pequena fogueira no exterior, visto que é totalmente desaconselhado o uso do fogão da cozinha (vapores tóxicos, pingos no fogão e/ou no chão, etc.).

Com o auxílio de torno e alicates fez-se um molde de fundição com o formato desejado, em folha de alumínio, onde foi vazado o chumbo fundido. A peça foi extraída depois do arrefecimento e o molde pode ver-se na **Figura 1** (depois de retirada a peça).



Figura 1

Na perna lateral do "U", a que forma um ângulo recto, foi feito um furo de 6 mm, com rosca, e introduzido um parafuso de *nylon* que, obviamente, serve para apertar/segurar o conjunto na barra, como se pode ver na **Figura 2**.

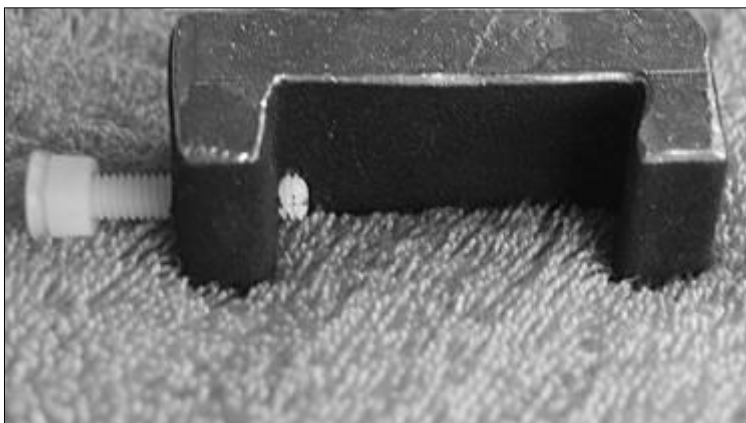


Figura 2

Fase 2 – Construção da haste (eixo) para o peso.

Como já existia um peso duma velha montagem *Konus* que servia perfeitamente para o fim em vista, com um furo de 10 mm de diâmetro, havia que ligar à peça já pronta, um veio a condizer. Foi feito um segundo furo de 6 mm na base do "U" onde se enroscou um parafuso metálico com 60 mm de comprimento, tendo a cabeça sido embutida na peça, de modo a ficar à face interior. Colocada a peça ao contrário, ou seja, com a ponta do parafuso na vertical e virada para cima, colocou-se sobre aquela um pedaço de tubo de alumínio, precisamente com 10 mm de diâmetro também na vertical, ficando o parafuso no interior.

Este mesmo tubo, seguro com um bom alicate bem isolado, foi cheio com chumbo fundido duma terceira chumbada. Assim, o veio ficou bastante sólido visto que o chumbo ficou "agarrado" ao parafuso, mas havia a dúvida se essa solidez era igual quanto ao pequeno tubo, ou se, ao contrário, com o peso colocado, este não se desagregaria do chumbo e não viria a provocar um acidente nada conveniente para os pés do utilizador. Este pormenor foi resolvido com um pequeno parafuso de 4 mm que foi enroscado lateralmente no veio junto à peça, com a profundidade certa de modo a apanhar não só o tubo, como o chumbo e metade do diâmetro do parafuso interior, como se mostra na **Figura 3**.



Figura 3. A peça em "U", já ligada ao tubo. À esquerda vêem-se as 3 porcas e a anilha, referidas no texto.

Fase 3 – A ligação do peso ao veio

Para a segurança ficar completa, tal como nos veios das montagens, foi feito mais um furo de 4mm com rosca, desta vez no chumbo da ponta do tubo, onde se enrosca – e desenrosca – um parafuso com uma anilha entalada entre 3 porcas: duas para os dedos, que "agradecem", e uma outra em cima; a anilha tem, obviamente, um diâmetro superior ao do tubo, como se vê na **Figura 3**.

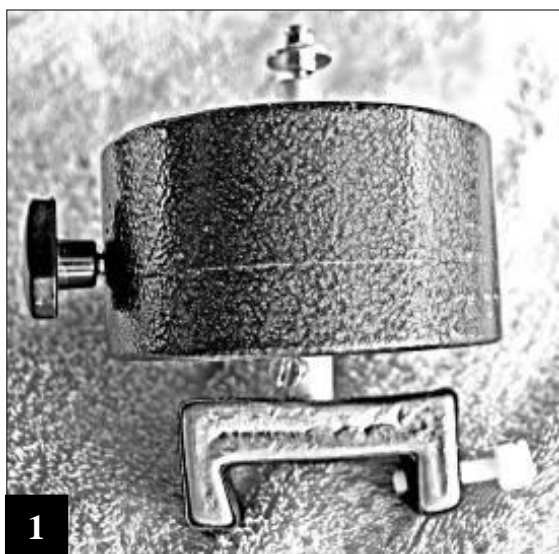


Figura 4. O acessório já acabado: (1)- aspecto final, com o respectivo parafuso de fixação; (2)- o acessório já montado na *dovetail*, equilibrando o tubo óptico do telescópio.

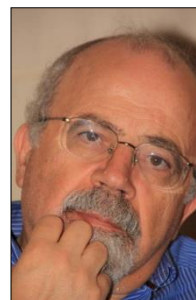
Dados construtivos úteis

As dimensões e pesos não precisam de ser os mesmos que foram aqui utilizados. No entanto, a título meramente indicativo pode dizer-se que o contrapeso tem 9 cm de diâmetro e 5,5 cm de altura, pesando cerca de 2 kg. Com as restantes peças de fixação, o peso global do acessório atinge 2,5 kg.

Desejo a todos os leitores uma boa construção, céus limpos e pouca turbulência.

COMO CALCULAR UM PÁRA-LUZ PARA O SEU TELESCÓPIO

Guilherme de Almeida
g.almeida@vizzavi.pt



O pára-luz é um componente essencial dos telescópios. Em alguns casos o fabricante já o inclui, mas nem sempre com o comprimento suficiente. Neste artigo veremos como dimensionar correctamente um pára-luz, tendo em conta o campo coberto pelo telescópio, de modo a evitar o obscurecimento das partes marginais do campo observado (*vignetting*) resultante de um mau dimensionamento deste componente.

Funções do pára-luz

O pára-luz, que nas observações diurnas se pode chamar pára-sol, desempenha três importantes funções: 1- eliminar a luz parasita, que de outra forma atingiria a objectiva sem contribuir para a imagem observada, reduzindo o contraste; 2- prolongar o tempo de observação antes que a humidade atmosférica da noite condense na objectiva (nos telescópios refractores), ou na lente correctora (catadióptricos); 3- proteger a objectiva (ou a lente correctora) do toque de dedos curiosos. No entanto, as suas dimensões não podem ser quaisquer.

Dimensões de um pára-luz

Quanto ao comprimento (L), um pára-luz eficaz deverá ter o comprimento (útil) de cerca de 2 vezes a abertura útil do telescópio; mas o seu comprimento total terá de ser um pouco maior, dado que parte do comprimento do pára-luz é consumida no sistema de encaixe deste no tubo do telescópio. Convém referir que um pára-luz excessivamente longo torna o telescópio muito sensível ao vento. Por outro lado, em telescópios de grande abertura (>250 mm), este critério (cerca de 2 vezes a abertura instrumental) conduz a um comprimento excessivo e prejudicial, pelo que nestes casos não convém exceder 1,5 vezes a abertura instrumental.

Quanto ao diâmetro interno da boca do pára-luz, convém referir que um telescópio não utiliza apenas a luz que vem de frente, paralela ao eixo do tubo, mas também a luz inclinada em relação a esse eixo. Se assim não fosse, apenas se poderia ver uma única estrela no centro do campo, e mais nenhuma fora do eixo. Por isso, o diâmetro interno da boca do pára-luz não poderá nunca limitar-se à medida do diâmetro útil da objectiva. Terá de ser maior. O diâmetro *interno* da boca do pára-luz deverá ser adequadamente calculado: se for insuficiente, originará o obscurecimento das regiões marginais do campo (*vignetting*); se for demasiado grande, permitirá a entrada a luz de parasita, diminuindo a eficácia do pára-luz.

A máxima inclinação da luz admitida por um telescópio corresponde ao semi-campo real (máximo) desse telescópio. Na utilização visual, o campo máximo verifica-se geralmente na menor amplificação; em astrofotografia corresponderá ao campo real coberto pela diagonal da superfície sensível à luz, actualmente CCD (*Charged Coupled Device*) ou MOS (*Metal Oxide Semiconductor*). Caso exista qualquer dúvida, o campo real C (em graus) coberto pela dimensão s no plano focal de um telescópio de distância focal f é dado pela equação simples:

$$C=57,3 \, s / f .$$

Esta equação é válida em qualquer um dos *cinco* sistemas de astrofotografia (no foco principal, com projecção positiva, com projecção negativa, com redutor e em afocal), tomando para f a distância focal equivalente em utilização. Por exemplo, $s=15$ mm com $f=900$ mm corresponderá a $0,955^\circ$ de campo real, no plano-imagem.

O diâmetro do pára-luz deverá ser, consequentemente, um pouco mais largo do que a abertura útil da sua objectiva. Mas quanto mais largo? É o que vamos ver. Como há algumas diferenças consoante o tipo de telescópio, veremos seguidamente os casos a considerar.

Como dimensionar um pára-luz eficaz para um telescópio catadióptrico

Nos telescópios catadióptricos de Schmidt-Cassegrain e de Maksutov-Cassegrain, o fabricante não fornece (na maioria dos casos) nenhum pára-luz. Como o diâmetro externo do tubo (D_1) já é significativamente maior do que a abertura útil (D). Em geral bastará encaixar o pára-luz (marcado a azul na Fig.1) no tubo do telescópio, sendo necessário garantir que

$D_2 - D = x$, sendo $x/2 = L \tan (C/2)$, portanto $x = 2 L \tan (C/2)$ e logo

$$D_2 = D + 2L \tan (C/2) \quad \text{[Equação 1]}$$

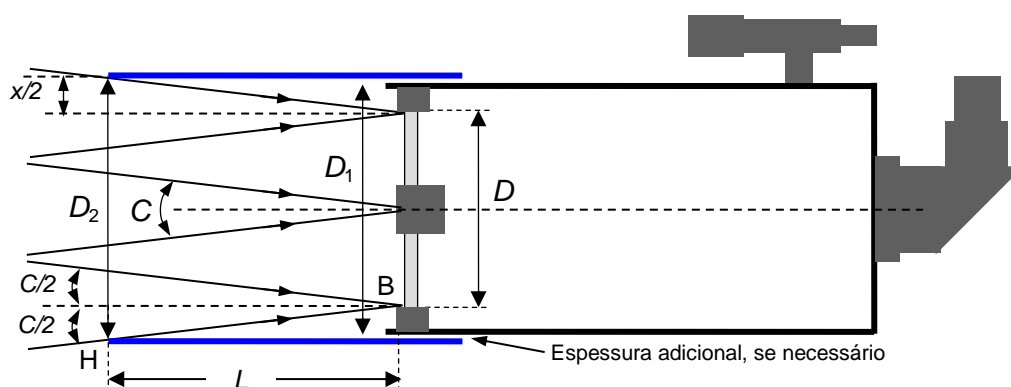


Fig.1. Parâmetros geométricos do pára-luz de um telescópio Schmidt-Cassegrain ou de um Maksutov-Cassegrain. A curvatura da lente correctora não foi representada, para que o exemplo se adapte a estes dois tipos de telescópio. O espelho primário também não foi representado. O ângulo C foi muito exagerado, para maior clareza. Guilherme de Almeida, 2011.

A recta que passa por H e B corresponde ao raio luminoso mais inclinado em relação ao eixo óptico. Por exemplo, se $L=340$ mm, $D=203$ mm e $C=1,2^\circ$, os cálculos conduzem-nos a $D_2=203+680 \tan 0,6^\circ=210,12$ mm, devendo arredondar-se o diâmetro interno da boca do pára-luz para um valor levemente superior, por exemplo para 213 mm (margem de segurança de cerca de 3 mm de diâmetro). Se o simples encaixe do pára-luz no tubo do telescópio não assegurar um diâmetro D_2 suficiente, poderá ser necessário algum material de enchimento (em toda a volta), indicado por "espessura adicional" na Fig.1.

Como dimensionar um pára-luz eficaz num telescópio de Newton

No caso dos telescópios newtonianos, o diâmetro externo do tubo (se for bem concebido) é bastante maior do que o diâmetro do espelho primário e em geral não haverá problema se nos limitarmos a encaixar exteriormente o pára-luz no tudo do telescópio. É verdade que nestes instrumentos, o tubo funciona, todo ele, como um longo pára-luz do espelho primário, mas o porta-oculares fica próximo da boca do tubo, permitindo a entrada de luz parasita oblíqua, directa ou reflectida na parede interna oposta à ocular.

Um pára-luz adicional será útil para minimizar a condensação de humidade no espelho secundário; e também evita a entrada de luz parasita para a ocular, o que acontece frequentemente quando o local de observação não é muito escuro. Neste caso, convém que o comprimento útil deste pára-luz adicional não exceda 1,5 vezes a medida da abertura instrumental, pois um pára-luz excessivamente longo torna o tubo muito sensível ao vento.

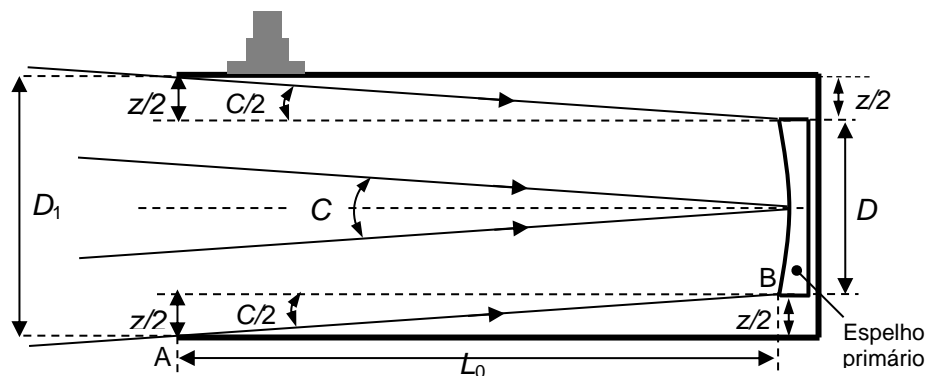


Fig.2. Parâmetros geométricos do tubo de um telescópio de Newton, sem pára-luz adicional. C é o campo real máximo e z é a diferença entre D_1 e D . O ângulo C foi muito exagerado, para maior clareza. Veja-se que $z/2 = L_0 \tan(C/2)$. Guilherme de Almeida, 2011.

Na Fig.3 pode ver-se que o raio luminoso de maior inclinação é tangente aos bordos internos do pára-luz adicional (em H) e ao bordo do tubo original (em A). Em caso de dúvida na medida do diâmetro D_2 , convém verificar se este é suficiente. A mesma fórmula anterior (Equação 1) é aplicável, com a ressalva que se refere seguidamente. Num newtoniano, o comprimento efectivo do pára-luz do espelho primário é a soma do comprimento total do tubo original (L_0), contado do primário para diante, com o prolongamento efectivo (L_1) que acrescentámos. Assim, o comprimento efectivo do pára-luz do primário será $L = L_0 + L_1$.

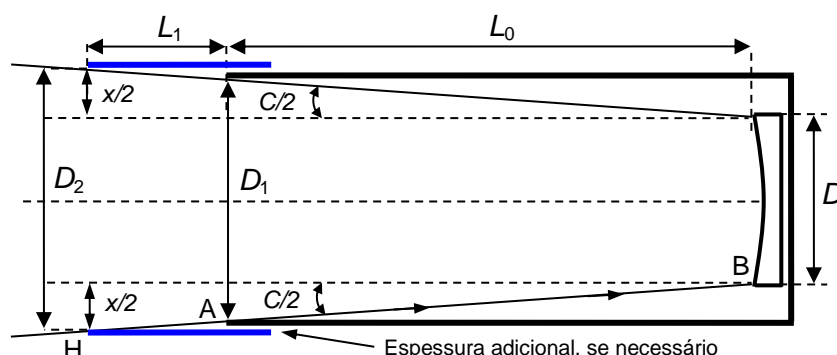


Fig.3. Parâmetros geométricos do tubo de um telescópio de Newton (a), com pára-luz adicional. C é o campo real máximo e x é a diferença entre D_2 e D . Guilherme de Almeida, 2011.

Se num telescópio newtoniano de 8 polegadas (203 mm), aqui referido como exemplo, o tubo tiver $L_0=900$ mm de comprimento e o pára-luz adicional atingir $L_1=350$ mm de extensão útil, teremos $L=900+350=1250$ mm. Se o campo útil for 2° (já grande para um newtoniano), o valor $x=D_2-D$ será $x=2(L_0+L_1) \tan 1^\circ$, ou seja, $x=43,6$ mm. Portanto $D_2=203+43,6=246,6$ mm, devendo arredondar-se para 247mm e como segurança adicionar 3 mm de diâmetro, obtendo-se o valor final de 250 mm. Note-se que o valor 1° é, neste caso, metade do campo real. Para um campo real de 1° , este pára-luz poderia ter apenas 228 mm de diâmetro, já com arredondamento.

Como dimensionar um pára-luz eficaz num telescópio refractor

No caso dos telescópios refractores, o fabricante inclui, regra geral, o correspondente pára-luz. Mas este é muitas vezes demasiado curto, ou podemos querer maior protecção face à luz parasita, ou ainda pretender uma resistência maior à condensação de humidade na objectiva. Por uma ou outra dessas três razões, o utilizador pode desejar prolongar o comprimento do pára-luz original. Como os refractores (nas mãos de amadores) têm geralmente menores aberturas do que os restantes tipos de telescópio, é neste caso que podemos alongar-nos mais no comprimento do pára-luz, mas não convém abusar, para que o tubo não fique muito sensível ao vento. Nos refractores, também é

verdade que, quando são bem concebidos, o diâmetro interno do pára-luz original (D_1) é bastante maior do que o diâmetro da objectiva (D), como se vê na Fig. 4, e em geral não haverá problema se nos limitarmos a encaixar exteriormente o pára-luz adicional no pára-luz original, prolongando-o como desejarmos. Mas convém verificar, pelo cálculo, se o diâmetro que daí resulta é ou não suficiente para evitar o obscurecimento das regiões marginais do campo (*vignetting*).

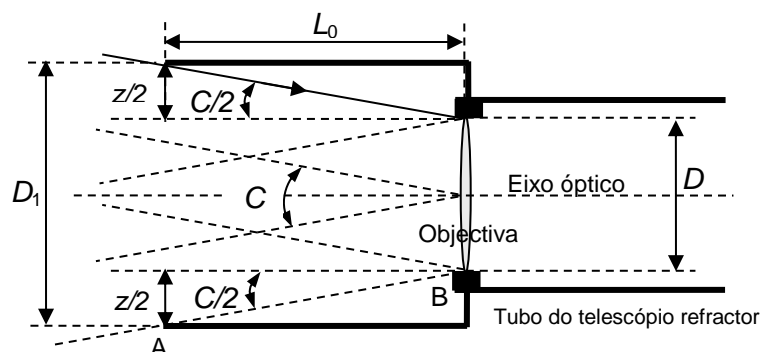


Fig.4. Parâmetros geométricos do pára-luz original de um telescópio refractor (sem o pára-luz adicional). C é o campo real máximo, representado de forma muito exagerada, para maior clareza. Note-se que. $z/2 = L_0 \tan (C/2)$. A diferença. A diferença $D_1 - D = z$. Guilherme de Almeida, 2011.

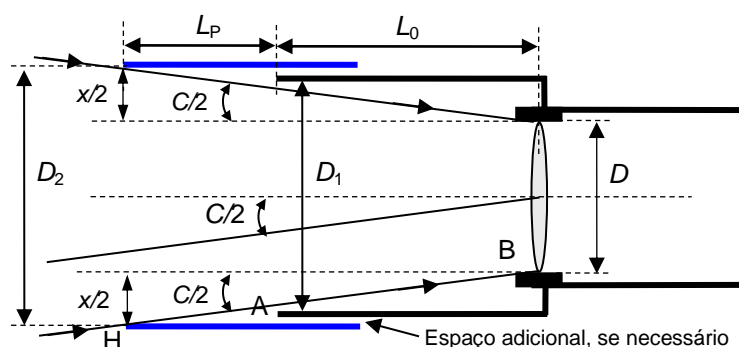


Fig.5. Parâmetros geométricos do pára-luz de um telescópio refractor (incluindo o pára-luz adicional). C é o campo real máximo. Veja-se que x é a diferença entre D_2 e D_1 . Note-se que. $x/2 = (L_0 + L_p) \tan (C/2)$. D_1 e D . Guilherme de Almeida, 2011.

A mesma equação 1 continua a ser aplicável ao pára-luz do telescópio refractor, mas agora $L = L_0 + L_p$. A título de mero exemplo, admitamos que se trata de um refractor de $D=127$ mm (5 polegadas), com $L_0= 220$ mm e que nós queremos acrescentar um pára-luz adicional de comprimento útil $L_p=130$ mm, considerando um campo real $C=3^\circ$. Este valor de C é realista num refractor curto, usado em modo visual, mas poderia ser bastante maior em astrofotografia no foco principal. Neste caso, como

$$D_2 = D + 2 (L_0 + L_p) \tan (C/2), \text{ o cálculo leva-nos a } D_2 = 127 + 2 (220 + 130) \tan 1,5^\circ = 145,3 \text{ mm.}$$

Arredondando por excesso, e com a margem de segurança de 3 mm de diâmetro, obteremos finalmente $D_2=149$ mm. Note-se que o campo real C de um refractor curto e de boa qualidade pode exceder facilmente os 3° se for usado em astrofotografia no foco principal, ou em utilização visual com oculares de 2 polegadas.

Um aperfeiçoamento: o pára-luz com diafragma de sombra

Seja qual for o telescópio utilizado, a luz incidente fazendo pequenos ângulos com o eixo do telescópio vai iluminar a parede interna do pára-luz. É claro que o pára-luz deve ser sempre pintado negro mate por dentro, ou revestido com um veludo preto que não largue pêlo. Mas até mesmo as superfícies negras e mates, sob grandes ângulos de incidência — como é o caso — reflectem a luz de forma surpreendentemente eficaz.

Um aperfeiçoamento útil consiste em aplicar um diafragma de sombra na frente do pára-luz (Fig.6). Utilizando o diafragma de sombra, D_2 passará a ser o diâmetro interno da boca do pára-luz, obrigando a um pára-luz de diâmetro acrescido em conformidade, para o mesmo valor de D_2 . O ponto H (Fig.6 (b)) é o limite correspondente ao ponto H da Fig 6 (a) e, para o conseguir, o diâmetro do pára-luz (b) deverá ser maior, para que a abertura efectiva do telescópio continue a ser a mesma. A "altura" do diafragma, indicada por b na figura, não precisa de ter mais de 4 mm.

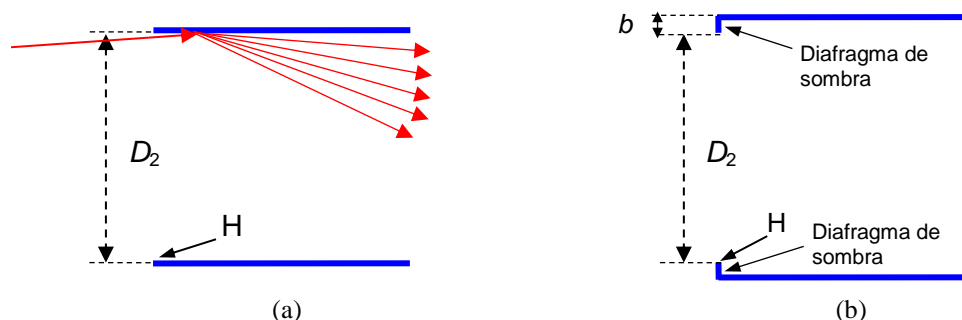


Fig.6. Evolução do pára-luz: pára-luz normal (a) e pára-luz melhorado com diafragma de sombra (b). H é um ponto periférico (interior) da boca do pára-luz, em ambos os casos. Para satisfazer aos critérios indicados neste artigo, e para o mesmo valor D_2 , o pára-luz (b) tem de ter maior diâmetro do que a versão (a). Guilherme de Almeida, 2011.

Material a utilizar

O pára-luz deverá ser leve e de preferência mau condutor do calor. Quando é feito pelo observador, utiliza-se geralmente a folha de borracha esponjosa dos tapetes para ginástica, que tem 6 a 8 mm de espessura e se vende nas lojas de artigos desportivos em peças de 60 cm×180 cm; uma das melhores versões é cor de alumínio de um lado e negro mate do outro, utilizando-se a face negra para o lado interno. Este material cola-se bem, topo a topo, com uma cola de dois componentes, como a *Pattex Nural 23*. Também é possível construir o pára-luz em alumínio (por vezes encontram-se painéis ou formas para bolos com o diâmetro adequado e facilmente adaptáveis), revestindo-o internamente de veludo preto autocolante que não largue pêlo ou, melhor ainda, com *flocked paper* (<http://www.fpi-protostar.com/flock.htm>). Há versões comerciais em folha plástica flexível e revestida a veludo preto, que se enrolam no tubo do telescópio, fixando-se com *velcro*.

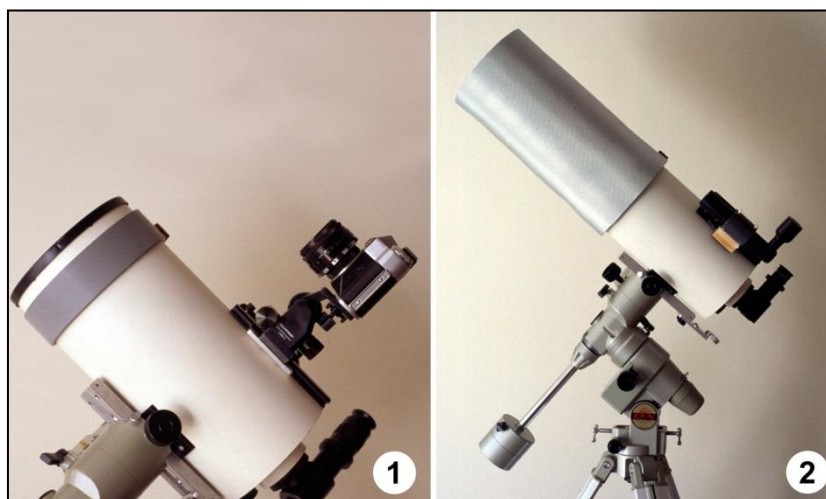
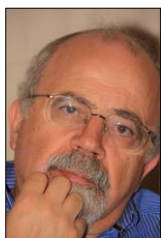


Fig.7. Pára-luz de folha de borracha esponjosa, montado num telescópio Schmidt-Cassegrain de 150 mm: **1-** telescópio sem pára-luz, mas com espessura adicional (anel cinzento); **2-** o mesmo telescópio com o pára-luz montado. A câmara fotográfica visível em 1 é de um outro projecto. Guilherme de Almeida, 2003.

Referências:

ALMEIDA, GUILHERME DE— *Telescópios*, Plátano Editora, Lisboa 2004.

O MITO DO MENISCO DE MAKUTOV



Guilherme de Almeida
g.almeida@vizzavi.pt



A qualidade dos telescópios Maksutov-Cassegrain (abreviadamente referidos como MCT), quando bem construídos e adaptados termicamente ao ambiente que os envolve, é amplamente apreciada. Apesar disso esse brilhante desempenho, só se evidencia, muitas vezes, após tempos de espera usualmente longos, levando a esperas que se medem em horas, até que as imagens sejam nítidas, sem correntes de convecção dentro do tubo. Essa demora na adaptação térmica é pois

O célebre menisco

O menisco frontal destes telescópios, destinado a corrigir sobretudo a aberração de esfericidade e coma é bastante espesso: em regra tal espessura corresponde a 1/10 da abertura nominal do telescópio. Assim, um MCT de 150 mm abertura terá na frente do seu tubo um menisco com cerca de 15 mm de espessura, determinando uma massa de vidro próxima dos 0,55 kg.

Um mito muito comum consiste em atribuir a culpa da lentidão da adaptação térmica dos telescópios de Maksutov-Cassegrain à massa de vidro frontal do menisco, considerada "enorme". Diz-se que, devido a essa grande massa de vidro, o menisco (e por consequência o ar dentro do tubo) demoram imenso tempo a arrefecer, sendo por isso mesmo a causa das enormes demoras na adaptação térmica destes instrumentos. Demoras necessárias, até que as imagens observadas através destes telescópios sejam nítidas, bem limpas de ondulações e de penachos nas imagens das estrelas, resultantes das correntes térmicas dentro do tubo óptico.

Como vamos ver, a culpa não é do menisco e há massas de vidro frontal bem maiores em telescópios refractores, reputados pela rapidez da sua adaptação térmica.

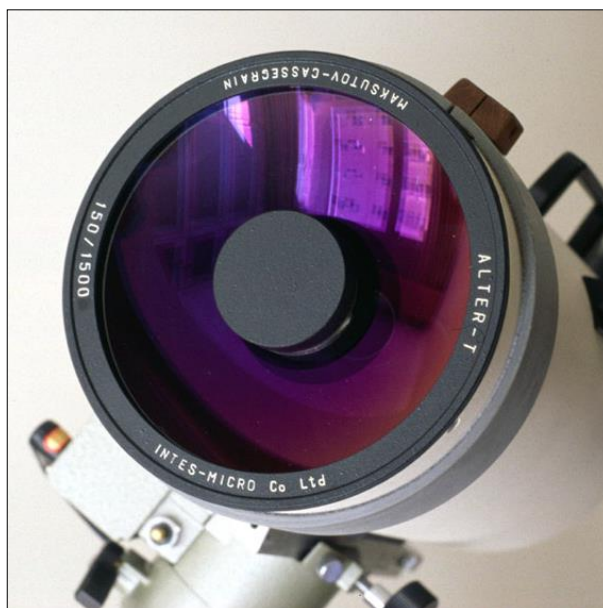


Fig. 1. Vista frontal do menisco de um telescópio MCT de $D=150$ mm (Guilherme de Almeida. 2005).

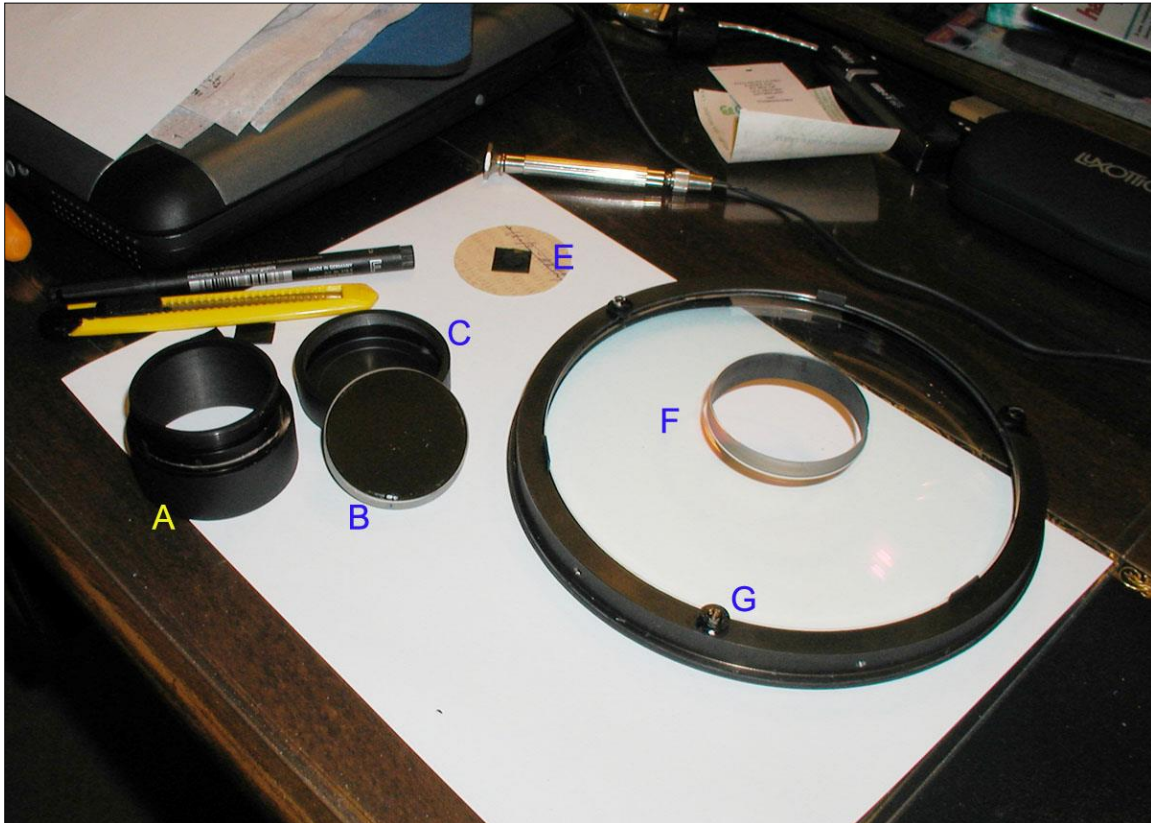


Fig. 2. O menisco (F) do mesmo telescópio da Fig. 1, desmontado: a sua espessura pode ser vista junto ao furo central; (G) indica a célula do menisco com os respectivos parafusos de fixação. Podem ver-se também: a célula do espelho secundário (A e C), o espelho secundário (B) e a sua cartolina repartidora de pressão (E). O X-Acto amarelo dá a escala da imagem. (Guilherme de Almeida, 2006).

Será o menisco de Maksutov tão espesso e pesado face à óptica de outros telescópios?

Na verdade, qualquer refractor apocromático com objectiva de três elementos (*triplet*), de igual abertura que um MCT, tem muito mais vidro na sua objectiva do que um Maksutov tem no seu menisco.

Vejamos o exemplo de um refractor apocromático (abreviadamente referido como "Apo") de 115 mm de abertura, com objectiva de três elementos: a objectiva do meu telescópio apocromático TMB 115 *triplet* tem 44,6 mm de espessura total de vidro (Figura 3); um Maksutov da mesma abertura (115 mm) teria um menisco com, no máximo, 12 mm de espessura. Para esta mesma abertura, a massa do menisco é menos de 1/3,5 (ou seja menos de 29%) da massa da objectiva do refractor apocromático.

Passando a considerar instrumentos de maior abertura (*D*), sucede que, na mesma escala, um refractor apocromático de 180 mm tem uma objectiva com mais de 67 mm de espessura. Mas o menisco um MCT, dos mesmos 180 mm de abertura, tem no máximo, 18 mm de espessura; se a massa de vidro da objectiva do refractor apocromático Apo for 3 kg, a massa de vidro do menisco do Maksutov de igual abertura será, quando muito, 1 kg;

Para facilitar a exposição, convém recordar que as superfícies ópticas de um sistema óptico são designadas genericamente por "R", e um número sequencial que indica a ordem pela qual a luz passa por essas superfícies quando esse instrumento óptico é utilizado da forma usual. Por exemplo, no caso de uma lente simples há a considerar as superfícies ópticas R_1 e R_2 ; um dobrão acromático terá as superfícies ópticas R_1 , R_2 , R_3 e R_4 .

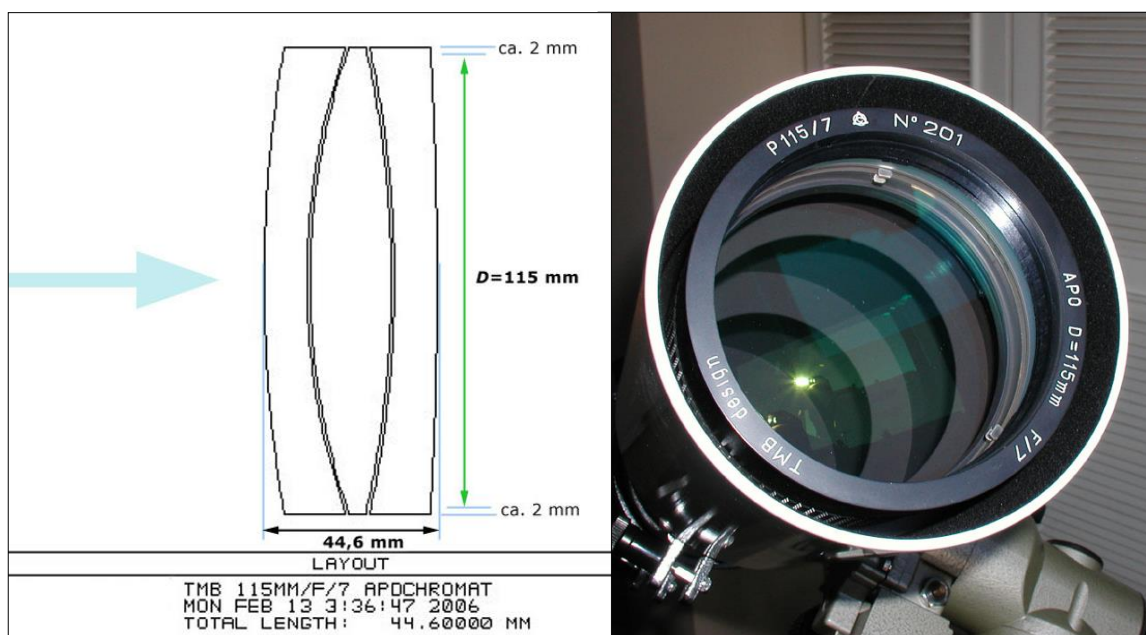


Fig. 3. Representação em corte, cotada pelo autor, da objectiva de um TMB 115 (documentação TMB). À direita vê-se a vista frontal dessa mesma objectiva. A seta azul indica o sentido de propagação da luz através da objectiva. (Guilherme de Almeida 2010).

Note-se, ainda, que um menisco de Maksutov é um monobloco de vidro: entre a face frontal, designada R_1 , e a face posterior (R_2) só há vidro. A condução do calor através do vidro é mais fácil do que através do ar. Numa objectiva de três elementos espaçada a ar, além da maior espessura de vidro comparativamente com um menisco de Maksutov de igual diâmetro, sucede ainda que os dois finos intervalos de ar entre os elementos criam um isolamento térmico adicional, em desfavor da objectiva face ao menisco. Além de ter o triplo da massa de vidro, tem um isolante térmico (ar) entre as superfícies ópticas R_2/R_3 e R_4/R_5 .

Uma objectiva *triplet* de 180 mm com os seus elementos espaçados a óleo (*oiled type lens*) será também mais problemática a arrefecer do que um menisco de Maksutov de idêntica abertura: tem mais do dobro da espessura e também pesa mais do que o dobro; e se for com intervalo de ar ("*air spaced*") pior ainda, pois além de pesar o dobro, o ar é muito mau condutor térmico.

Mesmo no caso de uma objectiva de dois elementos, acromática ou ED, a espessura de vidro será sempre superior (e pelo menos o dobro) da espessura de um menisco de Maksutov da mesma abertura.

Efeitos ópticos das objectivas e meniscos aquecidos

Experiências cuidadosas feitas nos anos 1990-2000 por Roland Christen, aquecendo as objectivas dos seus telescópios Apocromáticos (*Astro-Physics*), mostraram que o efeito da objectiva aquecida, na qualidade das imagens observadas, é desprezável.

Não sendo a massa de vidro do menisco a causa da demora na adaptação térmica dos Telescópios Maksutov-Cassegrain, analisaremos seguidamente outras causas.

1. Para igual abertura, o tubo de um telescópio Maksutov Cassegrain (MCT) tem mais do dobro do peso de um telescópio Schmidt-Cassegrain (SCT). A massa total que requer arrefecimentos é muito maior; por exemplo, para uma abertura de 8 polegadas será: $m_{MCT}=12$ kg; $m_{SCT}=5$ kg.

2. Um telescópio refractor verá o seu tubo ser percorrido pela luz apenas uma vez, e o feixe luminoso pode passar (com boa construção) longe das paredes internas do tubo; mas um telescópio Maksutov-Cassegrain (MCT) verá o seu tubo atravessado 3 vezes pela luz (Fig. 4). Acontece ainda

que o *baffle* central do primário (tubo longo fixado ao primário, destinado a interceptar a luz que logo depois de atravessar o menisco pudesse chegar directamente ao plano focal) é um verdadeiro armazém de calor, onde a luz que vem do secundário passa rasante, sem possibilidade de afastamento daí. Além disso, a luz que vem das partes centrais do primário passa também rasante ao *baffle* do primário. E aqui nenhum afastamento de segurança é possível, devido à necessidade de otimizar dois antagonismos:

- a) efeito *baffle* eficaz, assegurando ausência de luz parasita no plano focal;
- b) minimização do obscurecimento da imagem nas margens de campo útil (efeito usualmente conhecido como *vignetting*).

Este *baffle* é por isso desenhado em optimização, sempre ao limite, e passa-lhe luz sempre rasante onde o ar é aquecido pelo tubo *baffle*.

3. Em virtude da tripla travessia referida em 2), e da inevitabilidade da luz rasante ao *baffle* do primário (usualmente a uma temperatura superior à do ar dentro do tubo), qualquer heterogeneidade térmica do ar dentro do tubo ou turbulência local interna por convecção será atravessada várias vezes pela luz, com efeitos prejudiciais cumulativos sobre as imagens observadas.

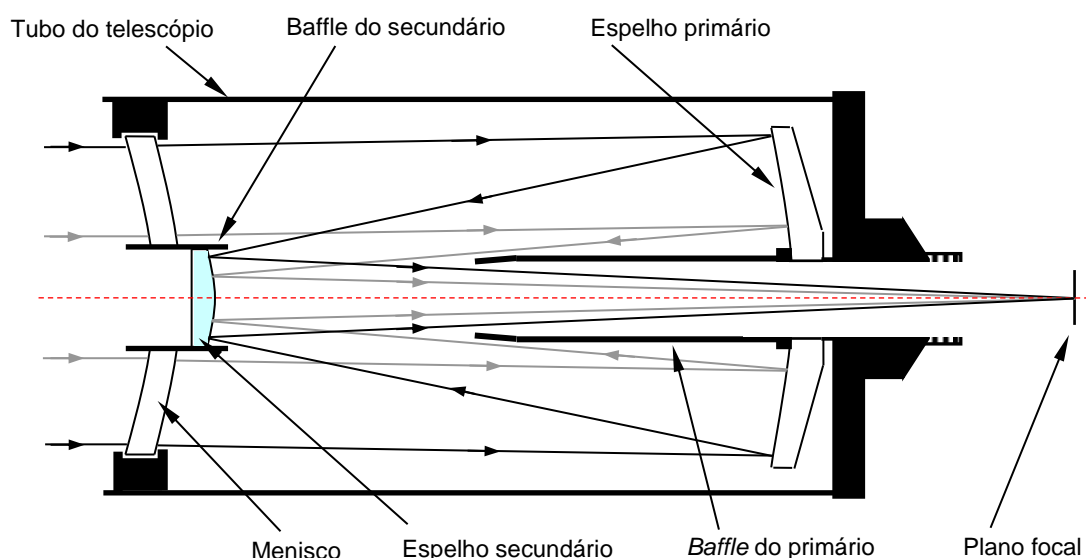


Fig. 4. Esquema simplificado da marcha dos raios luminosos num telescópio Maksutov-Cassegrain. Para maior clareza, os raios luminosos marginais foram traçados a preto e os raios paraxiais assinalados a cinzento. Os sistemas de colimação e focagem também não foram representados. Guilherme de Almeida, 2011.

Veja-se que na proximidade da boca do *baffle* do primário (usualmente afunilada por optimização) e a passagem rasante de raios luminosos (interna e externamente) é inevitável. O ar que envolve este *baffle* está quase sempre a uma temperatura superior à das partes restantes do interior do tubo (uma diferença de 2 °C é muito prejudicial neste caso) e os raios luminosos que por aí passam, vão sofrer pequenos mas significativos desvios (turbulência interna). O arrefecimento do *baffle* é quase sempre um processo lento, o que leva alguns construtores a incluírem ventoinhas que extraem o ar de dentro do tubo, fazendo-se a entrada de novo ar através de orifícios em volta do menisco, com passagem filtrada.

Espero ter contribuído para eliminar de vez esta *misconception*.

Referências:

ALMEIDA, GUILHERME DE— *Telescópios*, Plátano Editora, Lisboa 2004.



Guilherme de Almeida
[g.almeid\(a\)vizzavi.pt](mailto:g.almeid(a)vizzavi.pt)

Neste artigo propomo-nos, mostrar como se pode determinar analiticamente o tamanho da imagem de um dado objecto, no plano focal de um telescópio, em função da distância focal efectiva do instrumento utilizado. Este assunto interessa tanto para a astrofotografia analógica como para a sua congénere digital, revelando-se, por isso, de interesse para muitos utilizadores de telescópios que pretendam registar imagens de objectos extensos, prevendo que fracção do tamanho do *chip* do CCD essa imagem ocupará. E também permite calcular o tamanho com que a imagem aparecerá no plano do diafragma de campo de uma ocular. Como vamos ver, o cálculo dessas dimensões é mais fácil do que parece.

Considerações iniciais

Comecemos por observar a figura 1, supondo um objecto AB, situado à esquerda da figura e infinitamente afastado. A partir daí, a figura mostra um esquema representativo da formação da imagem desse objecto AB, por meio da objectiva (simplificada) de um telescópio refractor. Desse objecto AB, o telescópio produzirá a imagem conjugada, A'B', situada no seu plano focal-imagem. Os pontos A e B poderão ser duas estrelas, ou dois pontos diametralmente opostos do limbo de um planeta, do limbo lunar, etc. Supõem-se estes pontos definidores das extremidades do objecto a que nos referiremos ao longo deste artigo.

Apesar do esquema da Fig.1 se referir a um telescópio refractor, por comodidade de representação, o exemplo e o raciocínio são extensivos, com todo o rigor, a qualquer tipo de telescópio. Considera-se que f representa a distância focal *efectiva* do telescópio, nativa ou amplificada por meio de lente de Barlow ou qualquer outra forma de modificação da distância focal, abrangendo ainda a sua diminuição por meio de redutores de distância focal. O objecto AB subtende o tamanho aparente definido pelo ângulo θ , PPI é o plano principal-imagem da objectiva (marcado a tracejado) e O indica o centro óptico desta. O plano focal, representado a traço-ponto, contém a imagem A'B', conjugada do objecto AB.

Consideraram-se os raios luminosos 1 e 2 originados no ponto A, sendo os raios 3 e 4 originados em B. Para maior clareza os raios 2 e 3 foram representados a preto e os outros a cinzento. Da figura conclui-se facilmente que

$$\tan \theta = \frac{A'B'}{OB'} = \frac{A'B'}{f} \quad \text{ou seja, } A'B' = f \tan \theta. \quad (\text{Equação 1})$$

Note-se que A e B podem ser dois pontos diametralmente opostos do disco de um planeta, ou de uma cratera lunar; podem ainda ser duas estrelas angularmente próximas entre si.

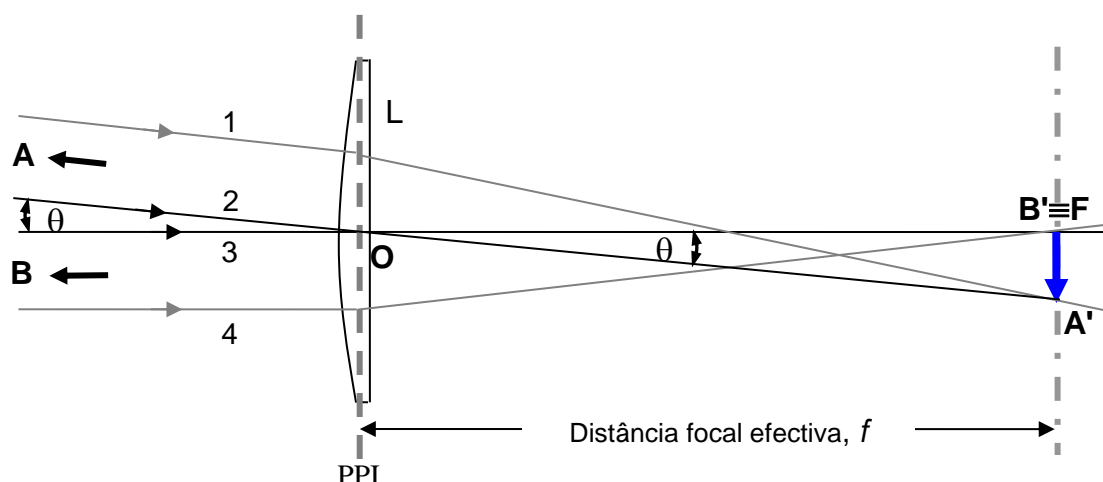


Fig 1. Representação esquemática da formação da imagem de um objecto AB, no plano focal de um telescópio, produzindo-se no plano focal deste a imagem conjugada, A'B'. O tamanho aparente do objecto AB é dado pelo ângulo θ . O mesmo ângulo θ marca também o ângulo subtendido pelo segmento A'B' em relação ao ponto O.

Por se tratar sempre de pequenos ângulos, no caso dos telescópios, poderemos escrever com excelente aproximação $\tan \theta \approx \theta$, com θ expresso em radianos (v. **nota 1**). Devido a esta propriedade, poderemos escrever a equação 1 como $A'B' = f \theta$, com θ expresso em radianos. O símbolo do radiano é "rad", sendo $1 \text{ rad} = 180^\circ / \pi = 57,295779...^\circ \approx 57,296^\circ$ (v. **nota 2**).

Para utilizar θ directamente em graus, e designando o comprimento do segmento A'B' por d , será então

$$d = \frac{f \theta}{57,296} \quad (\text{Equação 2})$$

Apresentadas as necessárias justificações, passemos a analisar diversos exemplos concretos, onde todas as conversões aparecem já feitas, de acordo com o anteriormente referido. Em todas as aplicações da equação anterior, f e d têm de estar expressas nas mesmas unidades (usualmente em milímetros).

Aplicações e exemplos concretos

1. Considere-se um objecto de tamanho aparente θ_1 , **em graus** ($^\circ$), no caso de se utilizar um telescópio de distância focal nativa f (em milímetros). A imagem A'B', com o tamanho linear d dado (em milímetros) por

$$d_1 = \frac{f \theta_1}{57,296}, \text{ vai formar-se no plano focal.}$$

Exemplo 1: um objecto de 1° com uma objectiva de $f=900 \text{ mm}$ irá aparecer no plano focal com a dimensão linear d_1 , dada por

$$d_1 = \frac{900 \times 1}{57,296} = 15,71 \text{ mm.}$$

(1) Para se ter uma ideia desta excelente aproximação, repare-se que para um ângulo de 2° , a aproximação $\tan \theta = \theta$, com θ expresso em radianos comporta um erro relativo de apenas 0,0406 % e para $0,5^\circ$ tal erro seria de 0,00254 %.

(2) A título de exemplo, um ângulo de $\theta=0,01 \text{ rad}$ corresponderá a $0,01 \times 57,296^\circ = 0,5796^\circ$. Ou, no raciocínio inverso, um ângulo de $0,2^\circ$ corresponderá a $0,2 / 57,296 \text{ rad} = 0,00349 \text{ rad}$.

Para pequenos ângulos, como é o caso das imagens no plano focal dos telescópios, verifica-se que os segmentos medidos no plano focal são praticamente coincidentes com arcos de circunferência de raio igual à distância focal, o que legitima a nota de rodapé da página anterior. Por outras palavras (Fig 1), o segmento de recta A'B' não difere significativamente do arco de circunferência de centro em O e passando por A' e por B'. É pois legítimo assumir que, para uma dada distância focal, o tamanho da imagem no plano focal é directamente proporcional à sua dimensão aparente. Assim sendo, no mesmo caso, um objecto com 0,1° apareceria com 1/10 do tamanho, ou seja, com 1,571 mm.

2. Um objecto com o tamanho aparente θ_2 , **em minutos de arco** ('), vai aparecer, no plano focal de um telescópio de distância focal f (em milímetros,) com o tamanho linear dado por

$$d_2 = \frac{f \theta_2}{57,296 \times 60} . \quad (\text{Equação 3})$$

Exemplo 2: com $f=1000$ mm, um objecto com $\theta_2=12'$ vai aparecer no plano focal com

$$d_2 = \frac{1000 \times 12}{3437,8} = 3,39 \text{ mm. O factor } 3437,8 \text{ converte radianos para minutos de arco } (1^\circ=60').$$

Tendo em conta a proporcionalidade directa atrás referida, se o objecto tivesse um tamanho aparente de 24', a sua imagem, no plano focal do mesmo telescópio mediria 6,78 mm. Se o objecto medisse aparentemente 6', a imagem mediria metade de 3,39 mm.

3. Um objecto com o tamanho aparente θ_3 , **em segundos de arco** (") vai aparecer, no plano focal de um telescópio de distância focal f (em milímetros,) com o tamanho linear dado por

$$d_3 = \frac{f \times \theta_3}{57,296 \times 3600} \quad (\text{Equação 4})$$

Exemplo 3: um planeta com o diâmetro aparente de 14", no caso de se utilizar um telescópio com a distância focal nativa de 1200 mm vai originar uma imagem no plano focal desse telescópio, com o diâmetro

$$d_3 = \frac{1200 \times 14}{206265} = 0,0814 \text{ mm.}$$

O factor 206 265 é 1 rad expresso em segundos de arco ($1''=1/3600$ do grau).

Para o mesmo objecto, o tamanho linear da imagem é directamente proporcional à distância focal. Por exemplo, duplicando a distância focal, a imagem de um dado planeta será duas vezes maior. Se a distância focal efectiva do instrumento fosse elevada para 12000 mm (utilizando por exemplo um sistema de projecção positiva) a imagem do mesmo planeta, no plano focal final, seria dez vezes maior, ou seja, de 0,814 mm. Deste último exemplo pode concluir-se o interesse na utilização de grandes distâncias focais para que as imagens dos planetas tenham dimensões suficientes para revelar pormenores, seja em fotografia digital seja em fotografia analógica.

4. Estes cálculos podem inverter-se com vista a calcular a distância focal necessária de modo a produzir uma imagem (de um dado objecto) com o tamanho pretendido. Como exemplo 4, suponha-se que numa dada ocasião Júpiter apresenta um diâmetro aparente de 48". Qual deverá ser a distância focal para que a imagem apresente 1,5 mm de diâmetro?

$$\text{Da expressão } d_3 = \frac{f \times \theta_3}{57,296 \times 3600} \text{ obtemos } f = \frac{206265 \times 1,5}{\theta_3} = \frac{206265 \times 1,5}{48} = 6445,8 \text{ mm.}$$

Arredondada ao milímetro mais próximo, a distância focal pretendida será pois de 6446 mm. A distância focal nativa de um telescópio é a distância focal sem recurso a dispositivos modificadores dessa distância focal: redutores de focal, lentes de Barlow, projecção positiva por oculares, etc.

Usando esses dispositivos modificadores, a distância focal que deverá entrar nos cálculos será a distância focal equivalente obtida mediante tais dispositivos. Se o astrofotógrafo utilizar, por exemplo, um telescópio de 900 mm de distância focal, com um dispositivo que triplique a distância focal, deverá utilizar nos cálculos o valor $f=3\times 900\text{ mm}=2700\text{ mm}$.

5. É ainda possível dar outra utilidade a estes cálculos. Sabendo a distância angular entre os pontos A e B, no céu, e medindo a correspondente dimensão linear no plano focal, poderemos determinar a distância focal do telescópio.

Esta questão tem interesse em três situações particulares:

- a) na utilização de telescópios em que a distância focal não pode ser medida directamente: é o caso dos catadióptricos Schmidt-Cassegrain e Maksutov-Cassegrain, assim como o de todas as variantes puramente reflectoras dos telescópios Cassegrain;
- b) no caso em que se utilize um sistema multiplicador de focal, ou uma combinação de tais sistemas, que nos conduz a uma distância focal desconhecida à priori.
- c) no caso dos telescópios referidos em a) cuja focagem se faz movimentando o espelho primário, ou o secundário, o que resulta numa *distância focal variável*, que dependerá do recuo do plano focal, consoante o empilhamento de acessórios, extensores mecânicos e filtros, e eventualmente a câmara CCD, colocados no porta oculares.

Para o exemplo 5 deste artigo, admitamos que o telescópio produz uma imagem de 2,2 mm de comprimento tendo o correspondente objecto a dimensão aparente de 50". Qual será a distância focal?

Da equação 4, obtemos

$$d_3 = \frac{f \times \theta_3}{206265} \text{ ou seja, } f = \frac{206265 \times d_3}{\theta_3} = \frac{206265 \times 2,2}{50} = 9075,7 \text{ mm}$$

6. Uma última aplicação destas considerações permite determinar o diâmetro aparente (ou a distância angular entre dois pontos), no céu, correspondente a uma dada dimensão linear no plano focal, conhecendo a distância focal. Como exemplo 6, consideremos um telescópio de distância focal 1200 mm, produzindo a dimensão linear de 0,5 mm no seu plano focal. Qual é a medida angular correspondente, no céu?

Utilizando, por exemplo, a equação 4, obtemos

$$d_3 = \frac{f \times \theta_3}{206265}, \text{ de onde se conclui que}$$

$$\theta_3 = \frac{206265 \times d_3}{f} = \frac{206265 \times 0,5}{1200} = 85,94'',$$

ou seja, 1,432'. É claro que poderíamos ter utilizado a equação 3, obtendo directamente o resultado θ_3 em minutos de arco.

Espero que os cálculos que agora demonstrados sejam úteis aos potenciais interessados.

Referências:

ALMEIDA, GUILHERME DE— *Telescópios*, Plátano Editora, Lisboa 2004.

METEORÓIDES, METEOROS E METEORITOS

Vítor Gonçalves

Estima-se em cerca de 220 000 toneladas a massa de material que entra anualmente na atmosfera da Terra, tendo como origem fragmentos de cometas e asteróides que se cruzam com a órbita da Terra, na forma de meteoróides, os quais se podem apresentar com massas de milionésimos de grama até blocos de uma tonelada.

Introdução

Os fragmentos que entram na atmosfera da Terra, ao atravessarem as camadas atmosféricas tomam a forma de meteoro, a maior parte devido à fricção, interagindo com a atmosfera; alguns outros, os meteoritos, atingem a superfície terrestre.

Na sua interacção com a atmosfera, tanto na forma de "plasma" como criando perturbações electromagnéticas e biológicas, assim como, depois de estudadas as possíveis informações colhidas nos que atingem a superfície terrestre, estes "visitantes celestes" são uma fonte de informações sobre o Sistema Solar, tanto da sua composição como da sua origem.

O estudo dos pequenos corpos celestes do Sistema Solar relaciona-se com a "Física", com a "Química", "Astronomia" e "Aerologia" devido às suas características e relação com cometas e asteróides, origem dos meteoróides interplanetários e dos seus efeitos na atmosfera terrestre.

Meteoróides

Dá-se o nome colectivo de meteoróides ao material constituído por partículas materiais, que formam uma nuvem em torno do Sol e que se movimentam em órbitas de sentido directo e baixa inclinação. Embora estas partículas possam apresentar massas de 10^7 gramas na sua maioria têm massas que variam entre 10^{-7} e 10^{-3} gramas, chamando-se neste caso micrometeoritos.

A contribuição para o material entrado na atmosfera terrestre é de 40 milhões de kg anuais para as partículas de aproximadamente $100\mu\text{m}$ ($0,1\text{ mm}$) e de 30 milhões de kg para as de $200\mu\text{m}$.

A densidade do material meteorítico no espaço é máxima entre a órbita de Marte e a órbita de Júpiter na chamada "Cintura de asteróides" e cai na medida que se aproxima do Sol na razão de: $1/r^{1.5}$ (onde " r " representa a distância ao Sol).

A localização da "Cintura principal de asteróides" (como é chamada) no Sistema Solar situa-se entre 1,7 AU e 4,0 AU, com inclinação média de 10° e excentricidade de 0,15. Estes fluxos de partículas apresentam uma espessura 100 vezes mais densa no afélio de que no periélio. Contendo em qualquer dos casos entre 10^{11} kg e 10^{14} kg de material, com volume da ordem de 10^{21} km^3 a 10^{25} km^3 .

Actualmente, e após longo debate, concluiu-se que a maior contribuição de partículas na nuvem de poeira interplanetária (e consequente contribuição, não só para as chuvas meteóricas, mas também para os meteoros esporádicos) se deve a partículas de origem cometária. Outra das actuais conclusões é também de que muitos dos objectos correntemente classificados como asteróides são de facto fragmentos de cometas.

A evidência destas conclusões baseia-se morfologia das partículas (quantidade significativa de agregados) na sua composição (quantidade significativa de orgânicos) e na sua região de formação (Sistema Solar interno).

Os cometas têm um decaimento, que se deve principalmente à sua aproximação ao Sol, por sublimação, e à acção de erosão provocada pelo vento solar ao fazer soltar partículas dos seus núcleos. As partículas desprendidas dos núcleos cometários têm parâmetros orbitais ligeiramente

diferentes dos do cometa de origem, pelo que formam um trajecto com posicionamento próprio, podendo ter órbitas que se cruzam com a órbita da Terra, dando origem a fluxos de meteoros na atmosfera (as chamadas "chuvas de estrelas").

Os cometas que mais se aproximam do Sol são considerados como origem dos meteoróides com órbitas de curto período.

Não é de excluir que outra origem de meteoróides sejam asteróides com órbitas também de curto período, tais como os grupos AAA (Amor, Apollo, Aten) cujas órbitas cruzam a órbita da Terra, (periélio < 1,07 AU).

É de notar que, pelo menos, um dos mais conhecidos fluxos de meteoros, as Geminíadas, tem como origem o asteróide Phaethon-3200 originário da família Apollo. Será de considerar este asteróide como resultante dos restos de um cometa extinto? A dúvida tem a ver com o facto de haver uma corrente científica a considerar os asteróides AAA como restos de um grande cometa extinto.

A análise dos estudos de meteoróides com órbitas hiperbólicas ou quasi-hiperbólicas, levaria a crer que estes fossem considerados, maioritariamente, como vindos de regiões distantes do Sistema Solar, ou mesmo do espaço interestelar.

A velocidade orbital dos meteoróides é frequentemente usada como filtro para aferição da sua origem. Para os meteoróides presumivelmente originários fora Sistema Solar seria de esperar a velocidade de dispersão estelar próxima do Sol (20 km/s). Estes, ao chegarem à órbita da Terra deveriam apresentar-se, pelo menos, com a velocidade: $(20^2 + 42^2)^{1/2} \sim 46,5$ km/s. Como a velocidade de escape do Sol calculada para a órbita da Terra é de 42 km/s, logo a diferença indicaria a sua origem extra solar.

Verifica-se, no entanto, que as medidas mais rigorosas, feitas com auxílio de RADAR, indicam velocidades por vezes acima deste limite (42 km/s), mas na maioria dos casos a diferença é inferior a 1 km/s. Embora se detectem variações de até 5 km/s, deve ser considerado o efeito de arremesso provocado pelo planeta Júpiter aos asteróides que se encontrem nas falhas da Cintura de asteróides (Falhas de Kirkwood, correspondentes a fracções simples do período orbital de Júpiter), pelo que se torna difícil caracterizar a origem destes meteoróides.

Meteoros

Meteoro é o nome dado às partículas provenientes do fluxo de meteoróides que ao atravessarem a atmosfera terrestre emitem luz.

Quando a Terra na sua órbita intercepta um fluxo de meteoróides produz-se o que vulgarmente se chama "chuva de meteoros" com a periodicidade de um ano e a sua particular posição de origem aparente, chamada "radiante", é definida pela constelação de onde irradiam os referidos meteoros.

A quantidade de meteoros observados varia de fluxo para fluxo e está em função da massa do cometa originário, idade do fluxo, posição do ponto de intercepção relativo ao eixo do fluxo e aos elementos orbitais. Também pode variar de ano para ano pois os meteoróides podem não estar regularmente distribuídos ao longo do fluxo.

O rácio por hora de meteoros observados varia entre ZHR⁽¹⁾ 3 a 90 para as "chuvas" mais comuns. Se a Terra intercepta um fluxo recém-formado verifica-se um rácio bastante elevado de visualizações, neste caso chama-se a este fenómeno "tempestade de meteoros". A mais famosa "tempestade" foram as "Leónidas" de 12-13 de Novembro de 1833 com um rácio de 10 000 visualizações hora.

Para além destes meteoros com radiante e localização orbital definida, existem os chamados meteoros esporádicos, provenientes de partículas dispersas no espaço, sem órbita definida e originários em colisões de pequenos corpos espaciais. Estes meteoros poderão ser avistados ou detectados em qualquer data e hora.

As partículas penetram na atmosfera, numa altitude acima dos 115 km (tendo sido detectados por RADAR micrometeoróides, muito rápidos, a 140 km de altitude); registam-se altitudes na ordem de 95 km para a velocidade de entrada de 25 km/s e de 130 km para entradas de 70 km/s. A ordem de grandeza das massas destas partículas é de 10^{-6} gramas para os "micrometeoróides" e até 10^5 gramas para os "meteoróides".

A velocidade de entrada na atmosfera terrestre refere-se à velocidade geocêntrica, ou seja a velocidade do meteoro medida na atmosfera terrestre; tomando como exemplo um meteoróide que tenha a sua órbita solar em oposição com a órbita da Terra, a sua velocidade de entrada será:

$42 \text{ km/s} + 30 \text{ km/s} = 72 \text{ km/s}$ ou mais precisamente tendo em conta a mecânica orbital: $(72^2 + 11,2^2)^{1/2} = 72,9 \text{ km/s}$; no extremo oposto um meteoróide que se desloque numa órbita quase idêntica à da Terra a sua velocidade de entrada será apenas a velocidade (de escape) da gravidade terrestre: $11,2 \text{ km/s}$.

O meteoróide começa a dissipar-se logo que entra na atmosfera ao colidir com as moléculas do ar circundantes, atingindo a temperatura de cerca de 2000 K entre os $80 - 120 \text{ km}$ de altitude. As moléculas e átomos ao se desagregarem ionizam-se produzindo uma bola de plasma com efeitos de rádio e visuais.

Em termos energéticos, os meteoróides possuem energia cinética muito superior à necessária para a sua vaporização, no entanto para as pequenas partículas com energia de agregação molecular baixa (na ordem de alguns eV) ao encontrarem as moléculas do ar circundante com potenciais electrónicos na ordem dos 400 eV , sofrem vaporização completa e consequente extinção, ao haver uma intercepção estimada em 100 átomos de meteoróide por cada átomo de ar (ao absorver massa de ar na razão de 1% da sua própria massa). Este processo tem tão curta duração (inferior a 1 segundo) que a partícula meteoróide apenas se desloca cerca de 50 cm nesse tempo.

No caso de partículas de maiores dimensões (10^4 gramas) esta perda de energia e consequente libertação de fotões (devido às trocas de nível energético dos electrões nos átomos) só termina ao fim de cerca de dez colisões, com a recombinação das moléculas, devido ao facto de os níveis energéticos se terem igualado. Estima-se que um meteoro de $4.^{\text{a}}$ magnitude contenha cerca de 10^{18} iões positivos e 10^{18} electrões.

Os fotões excitados libertados nestas trocas energéticas interagindo com iões, e electrões livres, não só da atmosfera, mas também da ionosfera, formam um estado de ionização ou plasma. Nesta interacção com a ionosfera verifica-se um distúrbio electromagnético com geração de ondas nas frequências ULF e VLF.

Normalmente os meteoros deixam um rasto que se estende por 7 a 20 km de comprimento e uma largura de 100 cm . Devem ser tidos em conta que os factores de maior influência no tempo de duração dos rastos dos meteoros são a sua massa e a sua velocidade. Sendo de considerar, também, a influência da densidade de electrões na ionosfera, assim como a intensidade dos ventos horizontais.

A observação tem mostrado que um meteoro de baixa velocidade (15 km/s) tem uma baixa ablação e ionização produzindo um trajecto com vida relativamente curta e por vezes mesmo nenhum trajecto. Um meteoro rápido (75 km/s) tem tal energia que toda a sua massa se ioniza a altitudes muito elevadas com um trajecto muito curto, devido à baixa polarização de campo acima dos 100 km . Os mais longos trajectos observados são produzidos por meteoros com velocidades entre os dois extremos. Velocidades entre os $30 \text{ km/s} - 40 \text{ km/s}$ permitem ao meteoro descer a altitudes onde a polarização é mais alta com consequente maior trajecto. O factor massa influencia a duração do trajecto na medida em que um meteoro com maior massa penetra a mais baixas altitudes.

Quanto à densidade de electrões, a sua importância no trajecto dos meteoros, torna-se evidente, porque esta densidade varia com o facto de ser dia ou noite, num factor de 2 vezes, por um lado, e também porque um meteoro sujeito a altas densidades de electrões produzirá um trajecto mais curto de plasma do que um meteoro sujeito a mais baixas densidades electrónicas.

Os meteoros, tornam-se visíveis com magnitudes entre $3,75$ e $+2,5$ para 7% deles e com luminosidade de magnitude média de $2,5$. A altitude média para uma máxima densidade electrónica e máxima luminosidade é de 97 km .

Para um meteoro cujo brilho seja comparável às estrelas vistas a "olho nu" estima-se o tamanho de milímetros a alguns centímetros. Aos meteoros cujo brilho se compare ao brilho de Júpiter, na sua melhor magnitude (-3) chamam-se "fireball" ou por vezes "bólide", sendo este termo usado para meteoros excepcionalmente brilhantes, ou por vezes para os meteoros que emitem sons.

O espectro destes meteoros apresenta-se com baixa excitação e potenciais de ionização de $1,9$ a $13,9 \text{ volts}$ o que equivale aproximadamente à temperatura de 1600 a 4800 K . As linhas espectrais apresentadas para meteoros mais rápidos são: Ca II , H e K . Para os meteoros de baixa velocidade, Na I , Mg I e Fe I , são as mais frequentes.

Meteoritos

Chamam-se meteoritos aos fragmentos interplanetários que caem na superfície terrestre. O primeiro documento sobre o assunto data de 1492, mas apenas em 1803 foram aceites pelos cientistas como fragmentos vindos do Espaço.

Chegam à Terra, anualmente, cerca de 3300, mas apenas 10 são encontrados por ano. O maior meteorito ferroso (Meteorito de Hoba) foi encontrado no Kansas, tinha o peso de 1 tonelada. O meteorito carbonato condritico (Allende) encontrado no México em 1969, espalhado numa superfície de 48 km x 7 km e estima-se que pesaria 5 toneladas.

Os meteoritos classificam-se, segundo a sua constituição, em:

Condritos:

Meteoritos rochosos.

Acondritos:

Meteoritos Ferrosos;
Meteoritos Ferro-Rochosos.

Quanto à sua densidade e composição, os meteoritos apresenta-se da seguinte maneira:

Meteoritos Ferrosos,

com densidade de cerca de $7,8 \text{ g/cm}^3$, contendo:
91 % de ferro; 8 % de níquel e 6% de cobalto.

Meteoritos Rochosos,

com densidade de cerca de $3,4 \text{ g/cm}^3$, contendo em média: 42 % de oxigénio;
20,6% de silício; 15,8 % de magnésio e 15,6 % de ferro, mais 2 % de outros elementos.

Os meteoritos Ferro-Rochosos são intermédios na sua composição.

Os meteoritos, depois de terem brilhado como meteoros, começam a travagem da sua queda livre aos 20 km de altitude, mas atingem a superfície ainda com velocidades de 5 km/s. O estudo dos elementos químicos e minerais presentes nos meteoritos permite-nos compreender a sua origem e história, podendo ser determinada a sua idade absoluta através do rácio de isótopos dos elementos presentes. Depreende-se que a maioria dos meteoritos sejam fragmentos de asteróides, ou restos da nuvem inicial do Sistema Solar, pois as medidas radiométricas indicam uma idade de $4,7 \times 10^9$ anos, igual, portanto, à idade do Sistema Solar.

Note-se que também são encontrados meteoritos com conteúdo de Carbonites Condriticos e pressupostamente originários em núcleos cometários, mas devido à sua fragilidade a maioria fragmenta-se na sua entrada na atmosfera. Nos anos mais recentes devido ao desenvolvimento da astrobiologia, tem sido gerado grande interesse na relação entre compostos orgânicos extra terrestres e o ambiente Pré-biótico existente na jovem Terra. Das toneladas de material que anualmente chegam à atmosfera da Terra a maioria destas partículas é relatada como pertencendo ao grupo das "Condritos" a mais abundante classe de meteoritos no Sistema Solar (cerca de 86 %).

Estes meteoritos transportam uma percentagem de material orgânico por peso. No entanto, a quando da sua entrada na atmosfera, este material sofre um severo golpe ao ser aquecido a altitudes superiores a 80 km onde se pensa que alguns, ao atingirem temperaturas superiores a 1600 K serão completamente destruídos. Esta temperatura e a sua duração tanto para micrometeoritos como para meteoros de alguns km, parece ser um obstáculo à relação entre os meteoritos interestelares, os compostos orgânicos e a origem de vida na Terra.

As pesquisas recentes têm-se orientado no sentido de saber o quanto será modificado o material na sua entrada na atmosfera, em vez de como esse material teria sobrevivido. Os relatos de experiências recentes indicam que após aquecimento a mais de 1300 K (à taxa de aquecimento de 500 K/s) de micropartículas retiradas dum meteorito carbonáceo condrito (Murchison CM2), embora os voláteis tenham sido completamente removidos pelo aquecimento, os compostos identificados incluíam CO, CO₂, H₂, CH₄, e H₂S e outros compostos como Fenol, Benzenos, Hidrocarbonetos e outros. Apesar destes resultados deve acrescentar-se o facto de que quaisquer derivados orgânicos provenientes de meteoros com fluxos a altitudes superiores a 80 km estão sujeitos a radiação UV que os destrói se são expostos prolongadamente.

Neste e em outros aspectos o estudo dos pequenos corpos celestes continuará a ser de extraordinário interesse, devendo por isso despertar o empenho dos astrónomos amadores.

(1)– A sigla "ZHR" significa *Zenital Hourly Rate* (que se poderia traduzir como Taxa Horária Zenital) ou seja, o número de meteoros observados por hora na direcção do zénite. Mais precisamente a ZHR de uma chuva de meteoros é o número de meteoros que um só observador veria durante uma hora, sob um céu limpo e com poluição luminosa tão baixa que a magnitude limite, aí, seria +6,5, caso o radiante se encontrasse no zénite. O valor observado para a ZHR, em condições práticas, será inferior ao estimado e decresce com a poluição luminosa; e também decresce quanto mais próximo o radiante se encontrar do horizonte, devido à inevitável extinção atmosférica. (Nota do Editor).

Referências bibliográficas:

Este texto é baseado em apontamentos colhidos ao longo do tempo nas mais variadas origens:

IMO – *Handbook for Meteor Observers (2011)* – Edited by: Jürgen Rendtel, Rainer Arlt, David Asher.

NASA - Meteoroids: *The Smallest Solar System Bodies – Proceedings of the 2010. Conference Held in Breckenridge, Colorado – USA, May-24-28, 2010.*

S. Siregar, Bandung – *AAA Asteroids and Comets Short Period in View of Tisserand Invariant and Overall Physical Phenomenon*

Valerie Illingworth, John O. E. Clark – *Edited: Dictionary of Astronomy- The facts on File – Fourth Edition.*

Michael A. Seeds – *Astronomy – The Solar System and Beyond*- Wadsworth Publishing Company

Nuno Sá – *Astronomia Geral* – Escolar Editora.

UNUSUAL TELESCOPES:

I - RUSSELL PORTER'S UNUSUAL TELESCOPES

PEDRO RÉ

<http://www.astrosurf.com/re>

Russell Williams Porter (1871-1949) studied architecture at the Massachusetts Institute of Technology. For many years Porter devoted his life to arctic exploration, making eight extended trips north of the Arctic Circle with the Admiral Robert Peary, acting in these expeditions in the capacity of artist, astronomer, surveyor, topographer and museum collector. Later in his life Porter became interested in telescope making. When the United States entered World War II he turned his skills to the advantage of the government, doing optical work throughout the war period at the National Bureau of Standards in Washington. Later he returned to Springfield, Vermont, his birthplace, as Optical Associate with the Jones and Lamson Machine Co. As a side line he built about fifty "Garden Telescopes", each with a 6" mirror (see below). In 1921, Porter organized the "Telescope Makers of Springfield". Porter was also involved in the design and construction of the 200-inch Palomar Telescope (1928 onwards). Many amateur astronomers worldwide regard Russell Porter as the father of amateur astronomy and amateur telescope making.

Porter designed and built several unusual telescopes. Among these we can mention the "Garden Telescope", the "Springfield equatorial Mount" and the "Turret Telescope".

Garden Telescope

Porter designed and patented the Garden Telescope in the 1920s. These telescopes were meant to stay outdoors as garden ornaments. The owner had to detach the primary mirror and eyepiece-diagonal assembly and take these indoors, out of the weather. Fewer than 60 garden telescopes were built (Figure 1).



Figure 1- Original Porter Garden Telescope sold in 2007 in auction for \$18,000 US (serial number 53). The primary mirror and diagonal prism are not original.

These instruments were fitted with a mirror cover and sometimes were left outside facing the weather also acting as a Sundial. The castings depicted a lotus bowl holding the primary mirror with one long leaf holding the eyepiece and prism/diagonal assembly. The mount is a three-axis type with azimuth, right ascension and declination axis. If the azimuth axis is unclamped, the telescope can be used to observe terrestrial objects as an alt-az instrument. During night operation the azimuth axis is rotated until the polar axis points to the North Pole and the telescope can be used as a classical equatorial mounted instrument (Figure 2).



Figure 2- Replica of the Porter Garden Telescope offered by the Telescopes of Vermont for \$59,000 US.

Springfield Equatorial Mount

The Springfield Equatorial Mount is basically a fixed eyepiece mount. The observer is kept stationary at the eyepiece end while the telescope swings around the sky. The optical path is brought out through the declination axis. The first Springfield Mount was designed by Russell Porter and build by Oscar Marshall in 1920 (assembled and tried at Stellafane¹ Amateur Telescope-Makers in Vermont). This mount employs two reflections by small prisms bringing both right ascension and declination circles very close to the observer's eye. Although there is some light loss due to the extra mirror or prisms, the viewing position is fixed and comfortable and compatible with sketching and note taking. The orientation of the sky rotates with respect to the eyepiece as the telescope turns around the sky. The main counterweight of the Springfield mount is not in line with the telescope tube. This might be considered a serious drawback in the dark. Most Springfield mounts are known to carry Newton reflectors (Figures 3 and 4). Some were made around the tri-schiefspiegler reflector rather than the Newtonian.

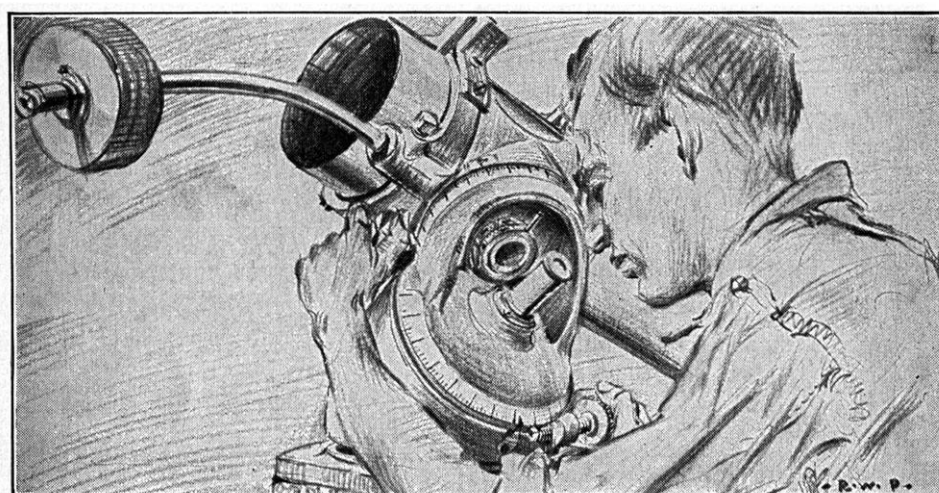


Figure 3- The Springfield Equatorial Mount, with detail of Setting Circles. Note the slow motions screws for following the stars within reach of the observer. Drawing by Russell Porter.

¹ The term "Stellafane" refers to the site on the summit of Breezy Hill in Springfield, Vermont where a convention is traditionally held wevery year, and where the Springfield Telescope Makers hold most of their meetings.

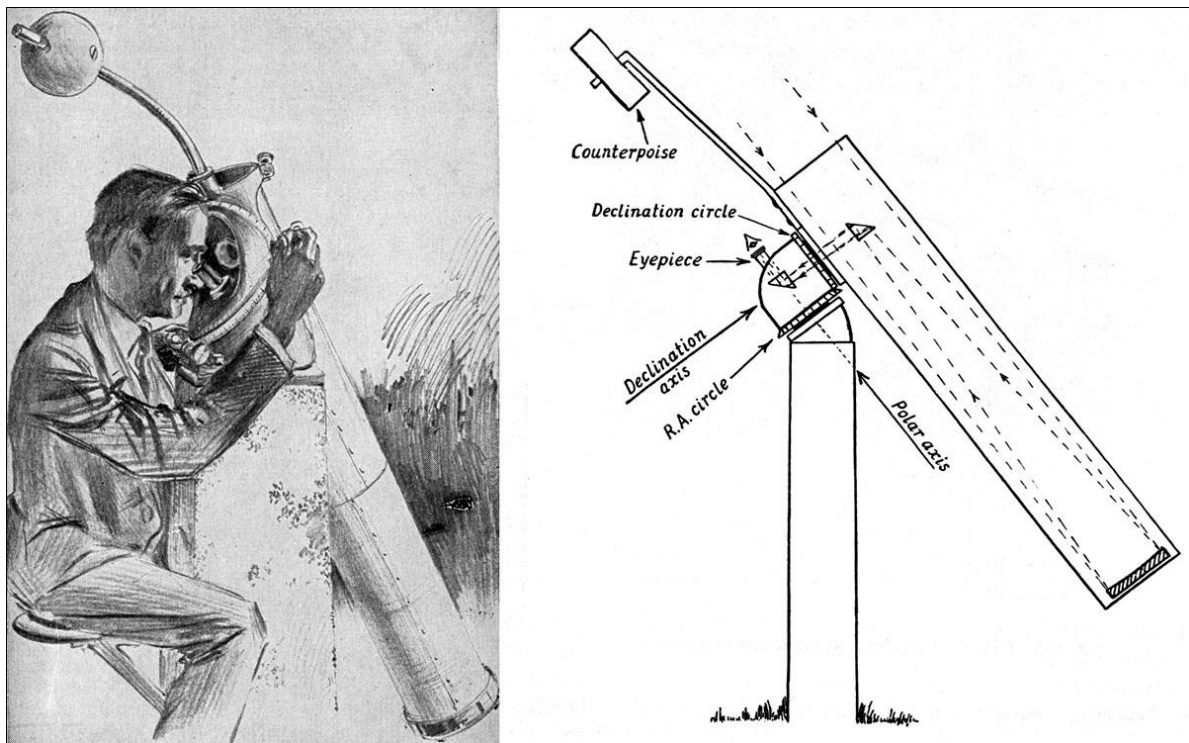


Figure 4- The Springfield Equatorial Mount. The observer's position is fixed and comfortable. Drawing by Russell Porter (left).

Turret Telescope

The Hartness Turret Telescope (24.5 cm refractor) was described for the first time in 1911² (Figure 5).

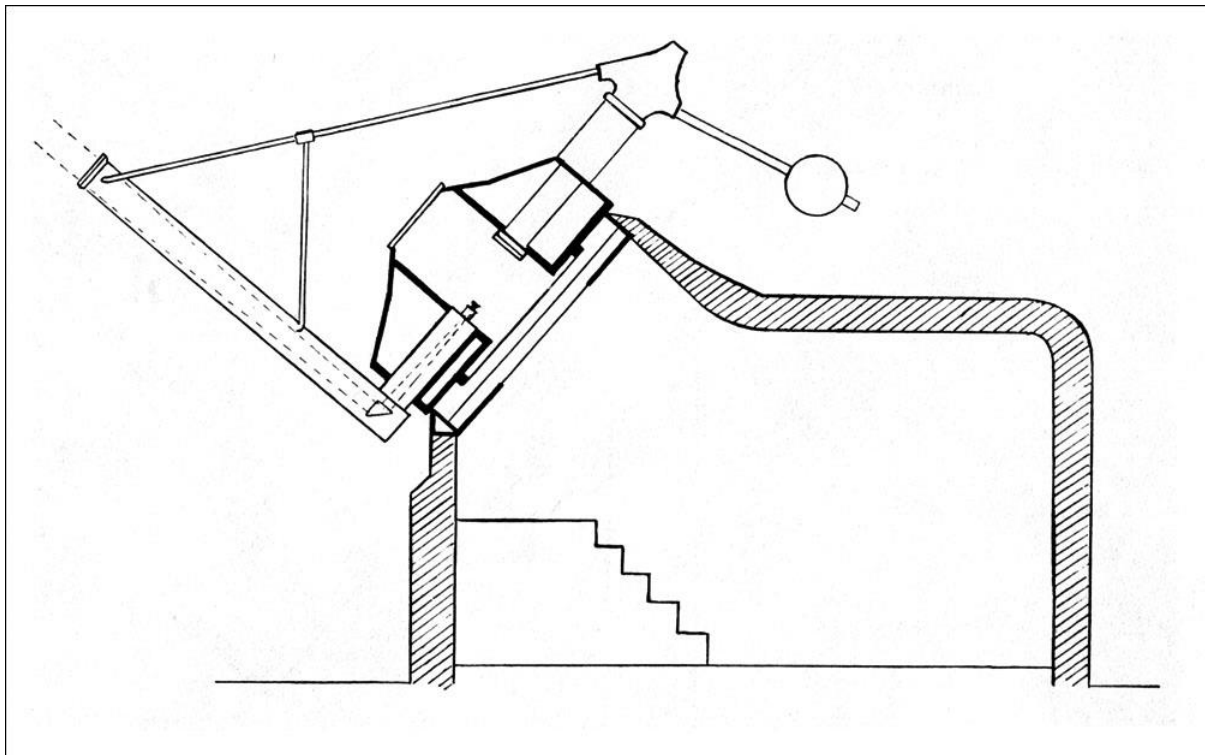


Figure 5- Diagram of the Hartness turret Telescope.

² *Journal of the American Society of Mechanical Engineers*, December, 1911: pages 1511-1537.

In the Hartness telescope the whole turret is rotated in order to move the telescope in right ascension. Declination motion is provided by swinging the tube of the refractor. Several windows built on the turret allow the observer to see the sky and aim the telescope. This can also be done using large setting circles.

A similar turret telescope was built in 1930 by Porter at Stellafane (Amateur Telescope Makers of Springfield) (Figure 6). This turret telescope is a reflector instead of a refractor. Starlight strikes a flat mirror located near the dome being reflected towards a main parabolic primary mirror located at the end of the struts. The light is then directed back through the hole in the flat to the eyepiece inside the dome. The flat rotates around an axis connecting the eyepiece with the primary in order to change declination. The flat can be controlled from inside the dome and the whole assembly move together in right ascension.



Figure 6- Recent photograph of Porter's turret telescope at Stellafane. The Springfield Telescope Makers' pink clubhouse is seen at the background. A Springfield mount can also be seen in front of the clubhouse.

Several observers can use the telescope at the same time. The Porter's turret telescope after being recently renovated is still in operation and is often used by club members.

Sources

- Ingalls, A.G. (editor). *Amateur Telescope Making. Book one*. Scientific American Inc., New York.
- King, H.C. (1955). *History of the Telescope*. Dover Publications Inc., New York.
- Manly, P.L. (1995). *Unusual Telescopes*. Cambridge University Press, Cambridge.

UNUSUAL TELESCOPES:

II - FIXED-EYEPiece TELESCOPES

PEDRO RÉ

<http://www.astrosurf.com/re>

Fixed-eyepiece or stationary-eyepiece telescopes were built since the early 1800s. James Hall Nasmyth (1808-1890) was one of the first astronomers to tackle the problem. Nasmyth (inventor of the steam hammer) was a master engineer with his own workshop for casting specula in Patricroft (near Manchester, U.K.). He casted several metal mirrors (8-inch to 20-inch). This large mirror was used as a Cassegrain-Newton telescope mounted in a sheet-iron tube that was moved on trunnions, just like a cannon. Nasmyth modified and alt-az mounted Cassegrain-Newton by adding a third mirror in front of the primary in such a way that the light path was deflected to the side of the tube horizontally through the elevation bearing. The tube and trunnions were mounted on a large platform. By turning two hand wheels the observer could maneuver the telescope around the sky. In some Nasmyth reflectors the observer was seated at the eyepiece end, literally riding the telescope (Figure 1).

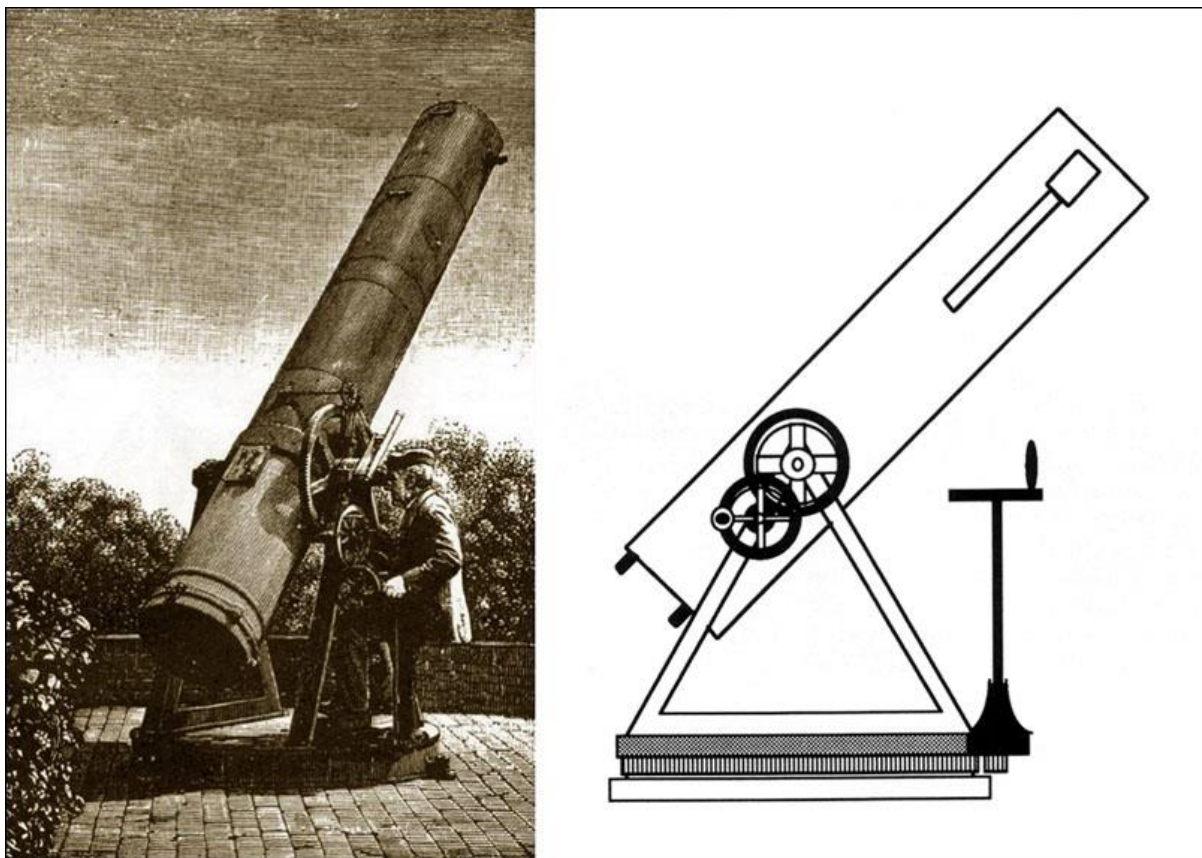


Figure 1- Nasmyth's 20-inch Cassegrain-Newton (around 1845) (left).
Diagram of a Nasmyth stationary-eyepiece telescope (right).

Another unusual telescope with more or less stationary eyepiece is the Treptow refractor of the Berlin observatory. This equatorial mounted instrument weighting 120 tons was built in 1896. The 68 cm $f/21$ lens is still the world longest telescope with a focal length of 21 m. The telescope was designed in such a way that the eyepiece is located at the center of rotation of both axes (right ascension and declination). The observer stands in this position and the telescope turns around him. The Treptow refractor was damaged during the Second World War. Renovation took place in 1959. The telescope is still in operation at the Archenhold Observatory (Berlin) (Figure 2).

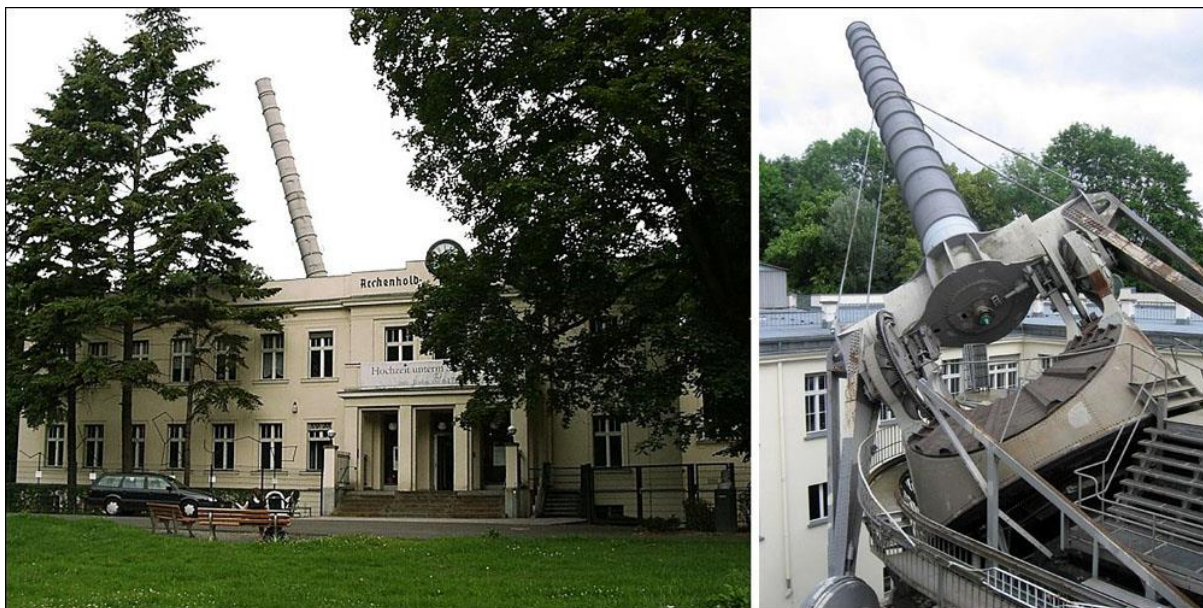


Figure 2- Archenhold Observatory and Treptow great refractor (Berlin, Treptow).

Other types of fixed eyepiece telescopes include the Turret Telescopes that were built around refractors as well as reflectors. The observer stays inside a closed room entirely independent from outside temperature. Figure 3 shows some examples of fixed eyepiece and turret refractors. The eyepiece can be fixed or it can describe a small arc of 180° (Hartness turret).

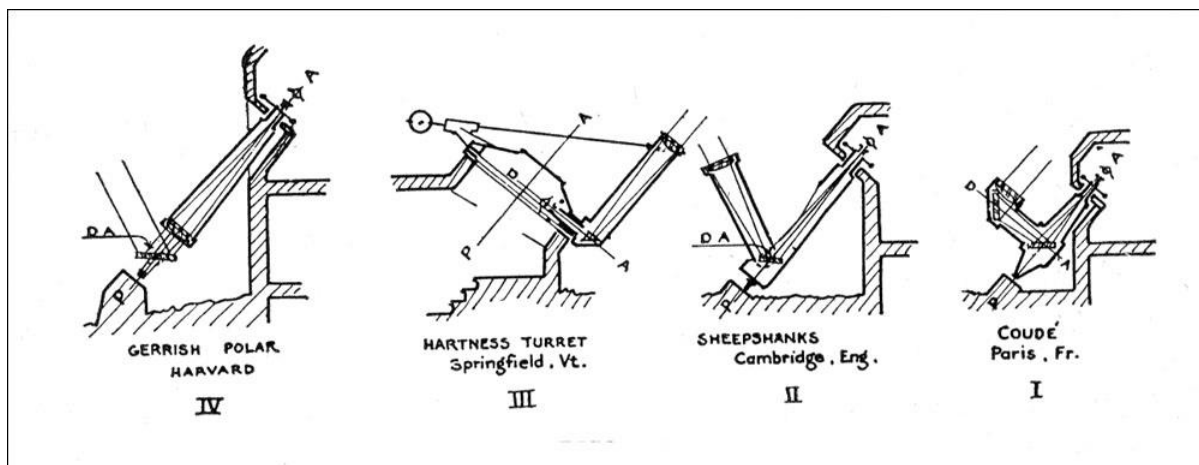


Figure 3- Fixed eyepiece refractor telescopes. Drawings by Russell Porter
(Adapted from Amateur Telescope Making, Book One).

As far as reflectors are concerned the solutions are similar. Turrets can carry several telescopes as shown in Figure 4 (Porter Turret Telescope). Polar telescopes are also a possibility (Newton or Cassegrain) (Figure 4).

Perhaps the best known fixed eyepiece telescope is the Paris Observatory Coudé refractor (Figure 3 and Figure 5). This telescope was designed by Moritz Loewy in 1891 at the Paris Observatory. The image plane is kept at a fixed position while the telescope swings around the sky. The observer stays in a warm room while observing or taking astrophotographs. The Henry brothers of the Paris observatory³ built two Coudé refractors (10-inch and 23.5-inch). Two different objectives were built for visual and photographic work. With the aid of this unusual telescope the first Moon photographic atlas was published between 1896 and 1910 by Moritz Loewy (1833-1907) and Pierre-Henri Puiseux (1855-1928)⁴.

³ Paul Henry (1848-1905) e Prosper Henry (1849-1903).

⁴ *Atlas photographique de la lune, héliogravures*, Paris, 1896-1910, Collections de l'Observatoire de Paris.

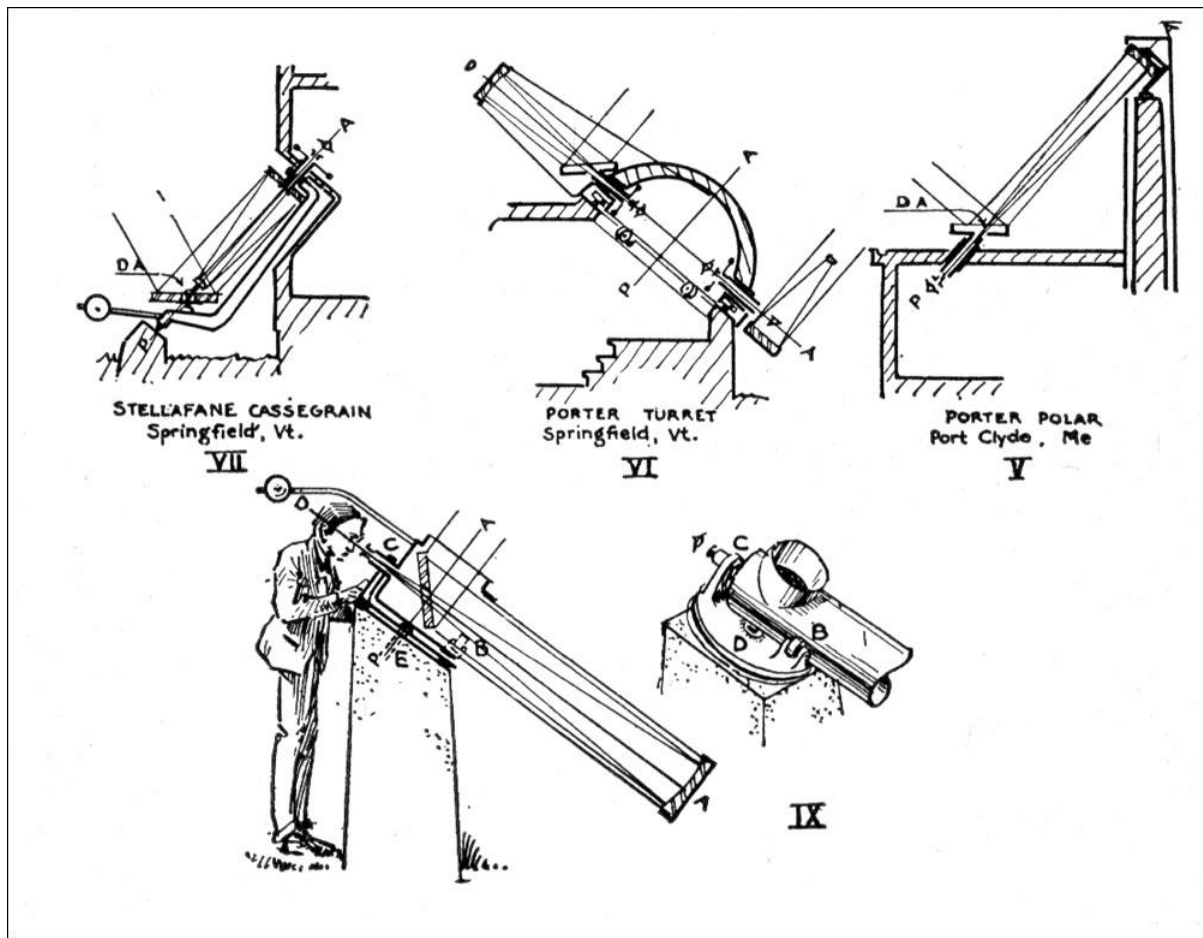


Figure 4- Fixed eyepiece reflector telescopes. Drawings by Russell Porter
(Adapted from *Amateur Telescope Making, Book One*).

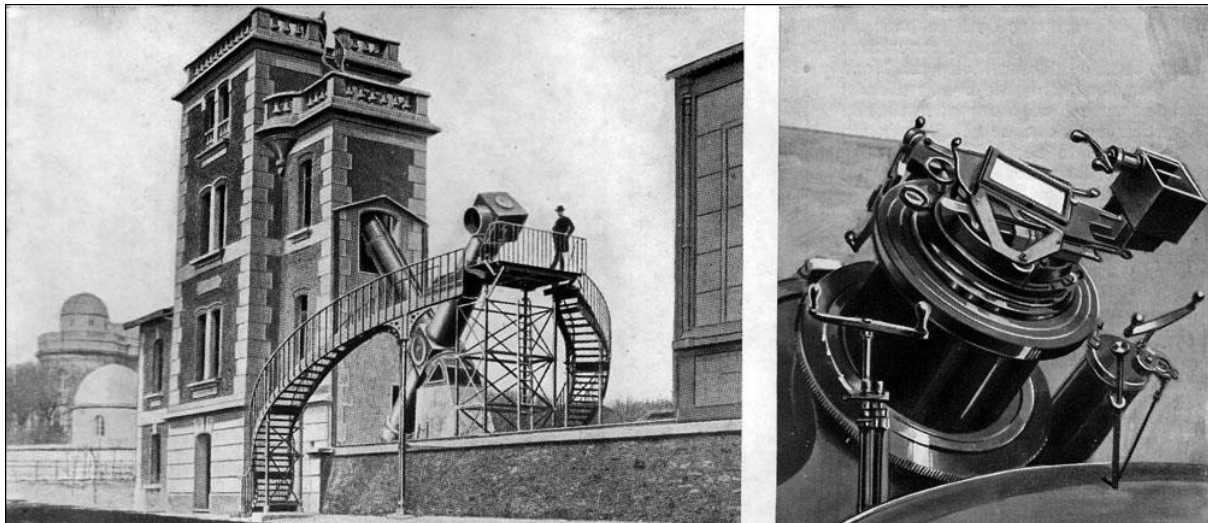


Figure 5- Paris Observatory Coudé refractor. Whole telescope (left), fixed eyepiece end (photographic plate) (right).

Sources

- Ingalls, A.G. (editor). *Amateur Telescope Making. Book one*. Scientific American Inc., New York.
- King, H.C. (1955). *History of the Telescope*. Dover Publications Inc., New York.
- Manly, P.L. (1995). *Unusual Telescopes*. Cambridge University Press, Cambridge.

THE 36-INCH CROSSLEY REFLECTOR

PEDRO RÉ

<http://astrosurf.com/re>

The 36-inch Crossley Reflector was used by James Edward Keeler (1857-1900) during the last two years of his short productive scientific life for a systematic and epoch making astrophotographic study of diffuse, planetary and "spiral" nebulae. Keeler became one of the first astronomers to successfully use large reflecting telescopes in the United States.

This telescope was built by Andrew Ainslie Common (1841-1903), a wealthy engineer and amateur astronomer of Ealing, London. Common commissioned a 36-inch silver-on-glass mirror from George Calver (1834 - 1927) and mounted it in 1879 as a Newtonian with a fork mount. Common used this instrument mainly as a photographic telescope. Several photographs of the Orion nebulae were obtained with considerable success. In 1883, Common produced images that showed for the first time, stars that were not seen by visual observers (Figure 1).

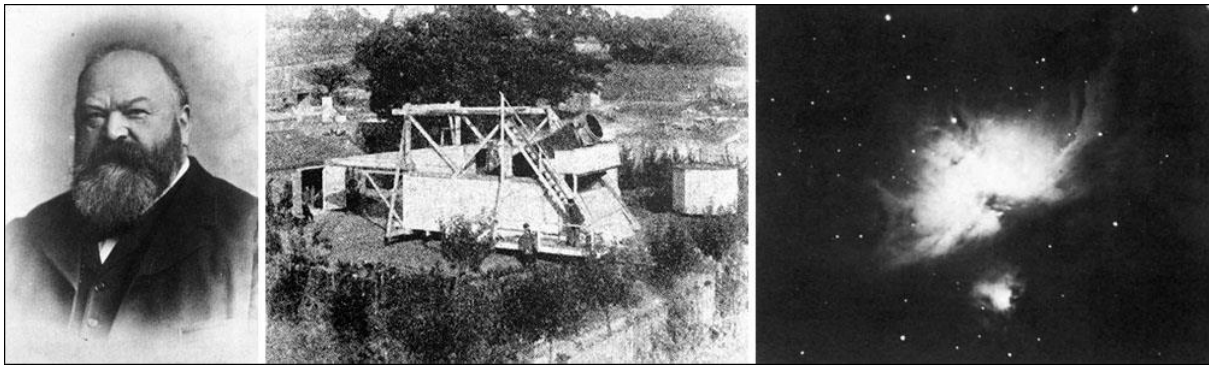


Figure 1- Andrew Ainslie Common (left), 36-inch reflector (center), M 42 photograph obtained in 1883 (right).

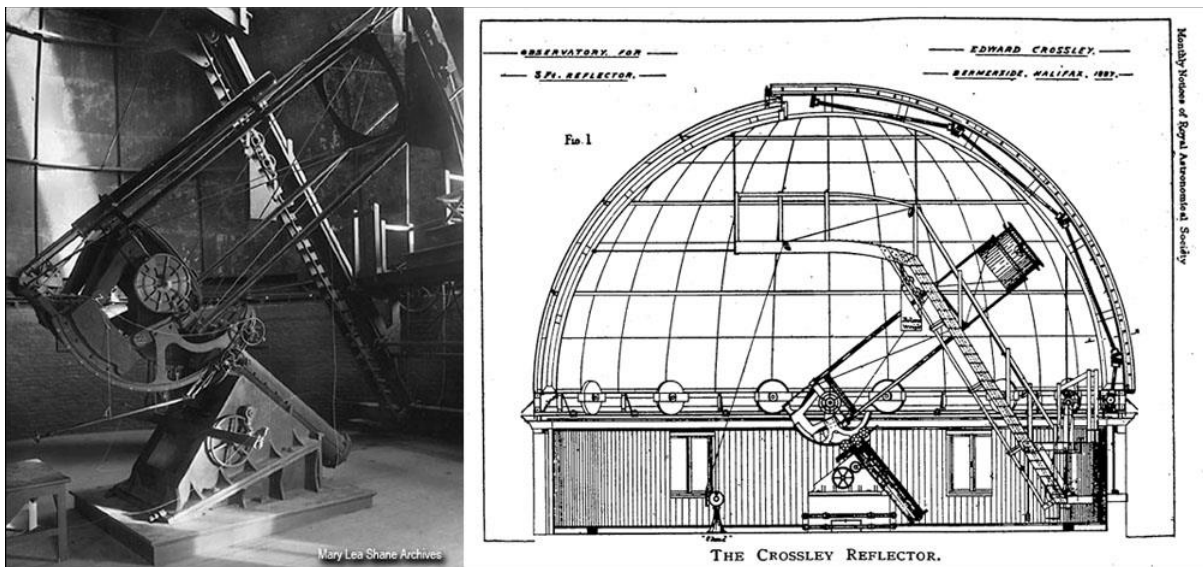


Figure 2- 36-inch Crossley reflector (left) and iron dome (right).

The telescope was sold to Edward Crossley (1841-1901) in 1885. Crossley, also a British amateur astronomer, installed it in Halifax (Yorkshire, England). Crossley designed and constructed a dome to house the telescope. This iron covered dome was almost 40 feet in diameter and weighted 15 tons. It was moved by a water engine (one full turn lasting 5 min). Heat exchange was minimized by a clever system of water pipes running on the ground of the observatory. There was also an elevated platform for the observer (Figure 2).

The Halifax climate was very unfavorable and in 1883 Crossley decided to sell the observatory and telescope. Edward Singleton Holden (1846-1914), director of the Lick Observatory in Mount Hamilton California, was very interested in acquiring this instrument. After an exchange of several letters, Crossley decided to donate his telescope and dome to the Lick Observatory. In 1895 the whole package was finally shipped to California. By June 1896 it was installed on Mount Hamilton (Figure 3). The dome was provided with a rope and pulley system instead of the native water engine. Calver built two mirrors for the Crossley telescope (A and B). When it was installed at Lick the B mirror was used (36-inch $f/5.8$) which proved to be of excellent quality. The equatorial mount was however not suitable for long exposure direct photographs.

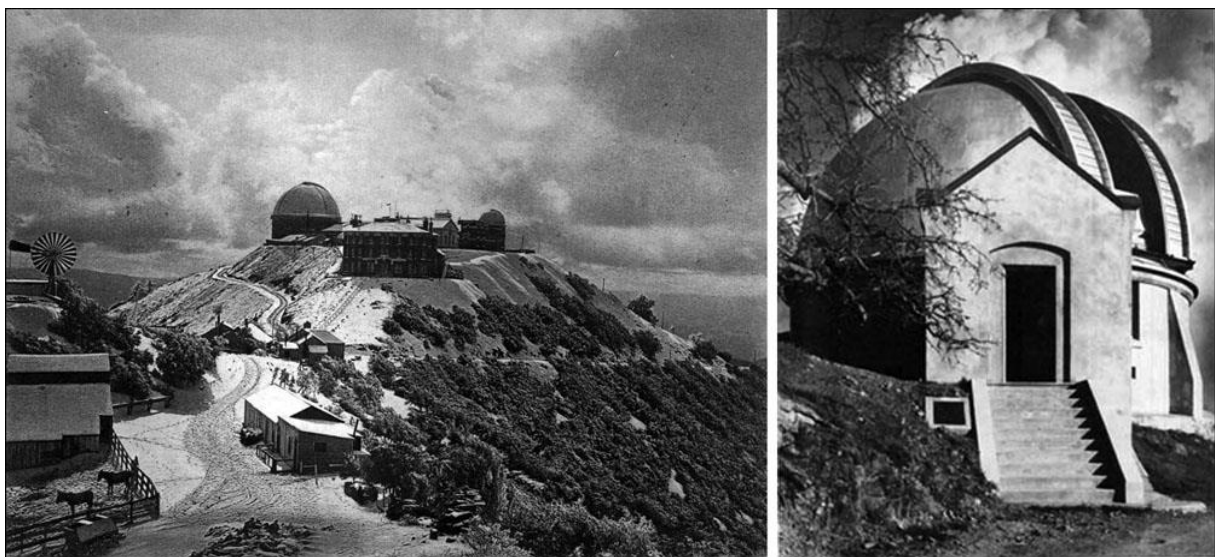


Figure 3- Lick observatory (left) and dome of the 36-inch Crossley reflector (right).

When the Crossley reflector was installed at Mount Hamilton in 1896 it was the largest reflector telescope in the United States. The telescope was first mounted by William Joseph Hussey (1862-1926). Progress was very slow and for Hussey it was a never-ending bad dream. When the telescope arrived at Lick it was a real mechanical nightmare. The open tube was not well designed and proper collimation of the optical components was very difficult. The drive clock was inefficient meaning that direct photography was very difficult.

James Edward Keeler assumed the directorship of Lick observatory on January 1, 1898. Keeler first job was to align the mount to the pole⁵. Keeler introduced many modifications in order to improve the operation of the Crossley reflector. The pier was cut down by two feet providing more clearance between it and the dome. Other modifications included the addition of a windscreen, a new drive clock and improvements to the double-sided plate holder. Keeler also adjusted the mirror so that its optical axis was accurately aligned with the center of the tube and added a new low-power finder telescope. Keeler was able to obtain long exposures of up to four hours by 1899 but the instrument still proved difficult to handle and inadequate for longer direct photographs. The major problem was the mount, which was inadequate in holding the telescope steady during high winds conditions and flexed excessively near the zenith. Adding to these problems was the occasional slippage of the mirror in its cell.

⁵ Hussey's previous alignment was incorrect by more than 2 degrees.

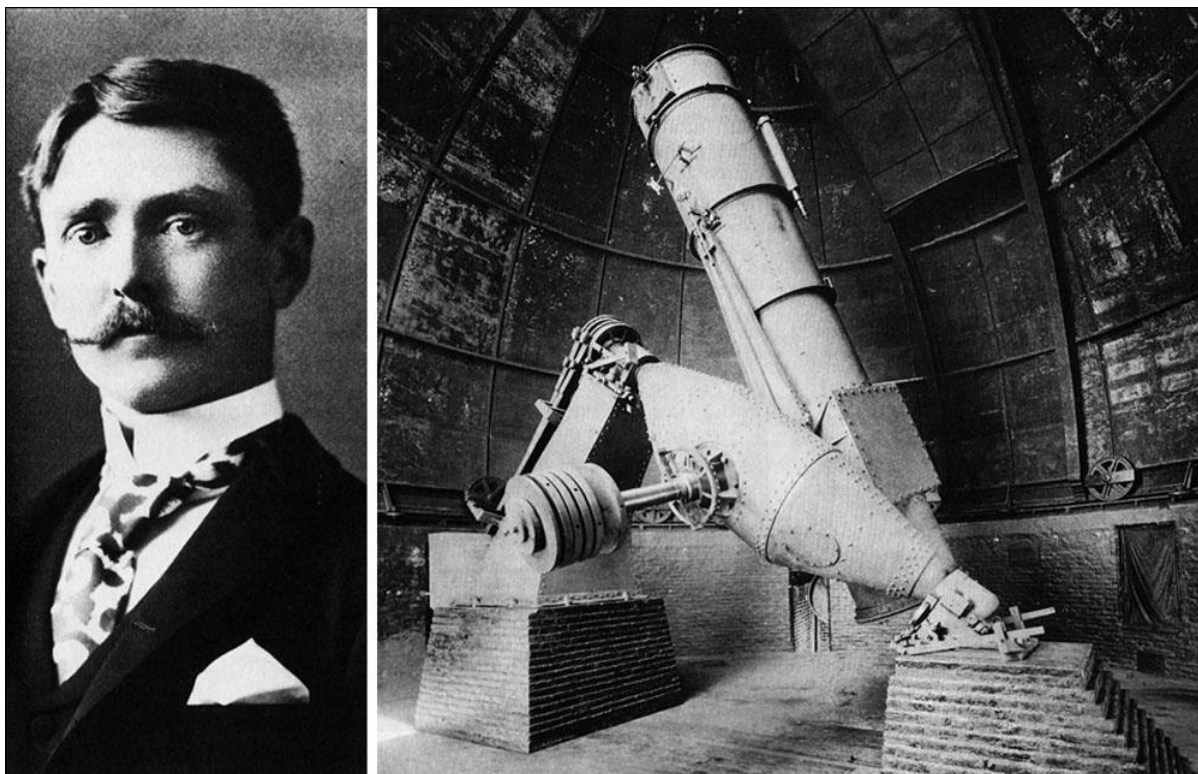


Figure 5- Charles Dillon Perrine (left) and the rebuilt Crossley reflector (right) (ca.1905).

These first successful photographic results obtained with this telescope helped to establish the reflector as the preferred observatory instrument.

After Keeler's death, his colleagues at Lick Observatory arranged for the publication of his and Perrine's photographs of nebulae and clusters in a special volume of the Lick Observatory publications⁸ (Figure 6).

George Ellery Hale (1868-1938) wrote the following about the publication of the Crossley direct photographs:

The resulting photographs of nebulae surpass any similar photographs ever before obtained, and reveal new and unexpected features of the first importance (...). The remarkable success of his experiments with the Crossley reflector has impressed everyone who has seen the wonderful photographs of nebulae and star clusters made with this instrument.

The Crossley reflector was also used for many important studies of stellar evolution, planetary nebulae and spectral analyses of variable stars.

In 1908 Edward A. Fath (1880–1959) used the Crossley to obtain continuous spectra of spiral nebulae showing that these consisted of individual stars⁹.

Between 1912 and 1923 Herber Doust Curtis (1872-1942) publishes a long list and descriptions of nebulae and clusters based on direct photographs obtained with the Crossley reflector. Curtis also observed many "new stars" (supernovae) in spiral nebulae leading to the conclusion that these systems were outside our own galaxy. Curtis was one of the first astronomers mentioning that spirals

⁸ Keeler, J. E. (1908). "Photographs of Nebulae and Clusters made with the Crossley reflector. *Publications of the Lick Observatory*, Vol. 8.

⁹ The physical nature of spirals was an unsolved puzzle at the time.

were island universes. His views were very different from those expressed by Harlow Shapley (1885-1972). The two astronomers held in 1920 a great debate, also known as Shapley/Curtis debate, concerned with the nature of spiral nebulae and the size of the universe, at the National Academy of Sciences (Washington, DC).

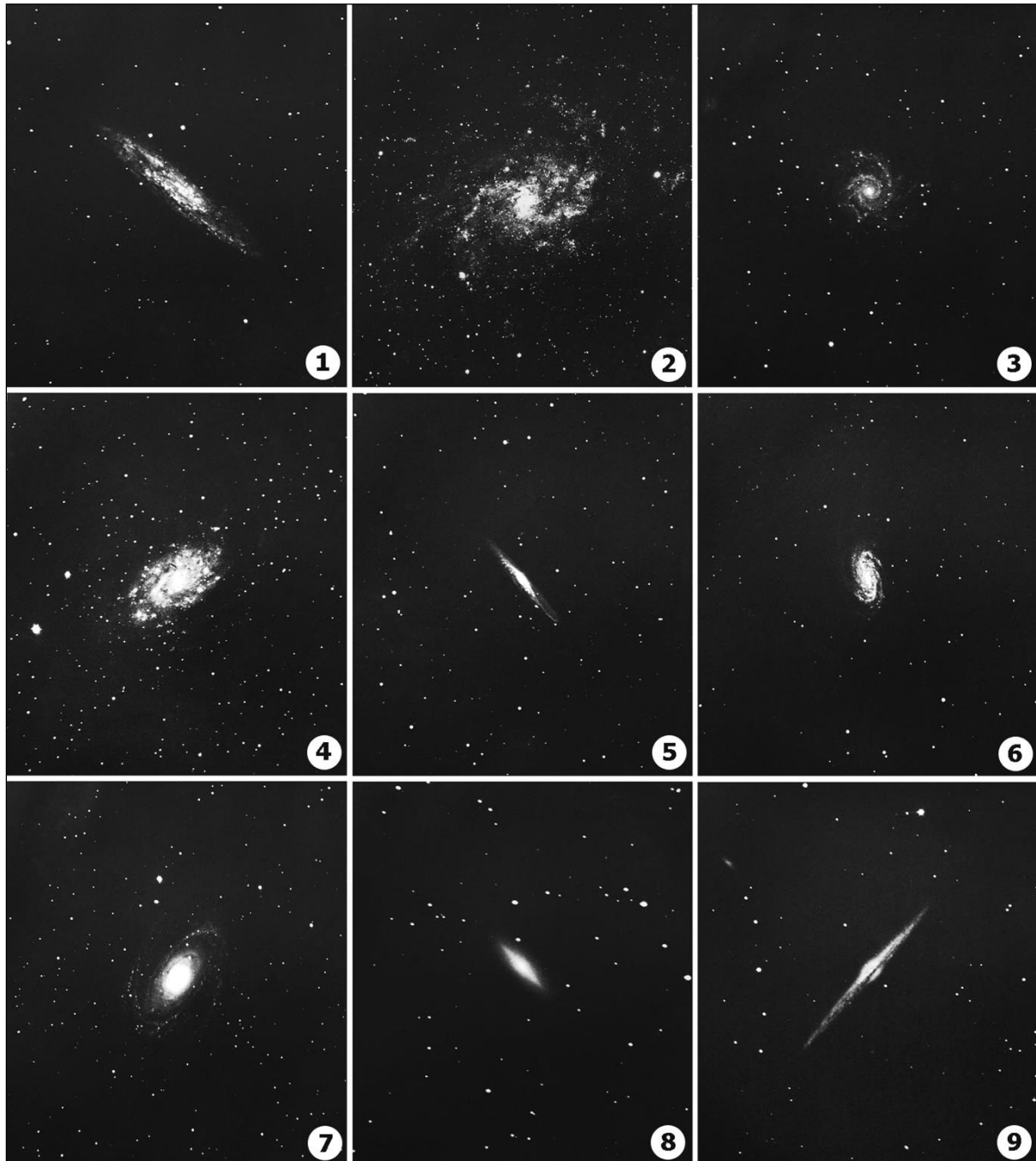


Figure 6- Selection of photographs obtained by Keeler and collaborators with the Crossley reflector: 1- NGC 253, 3h, November 18-20, 1902; 2- M 33, 3h30min, September, 12 1899; 3- M 74, 4h, October 31, 1899; 4- NGC 2403, 3h, February 27, 1900; 5- NGC 2683, 3h30min, February 23, 1900; 6- NGC 2903, 3h30min, February 24, 1900; 7- M 81, 3h55min, March 21, 1900; 8- NGC 3115, 2h30min, April 9, 1901; 9- NGC 4565, 3h, April 21, 1901.

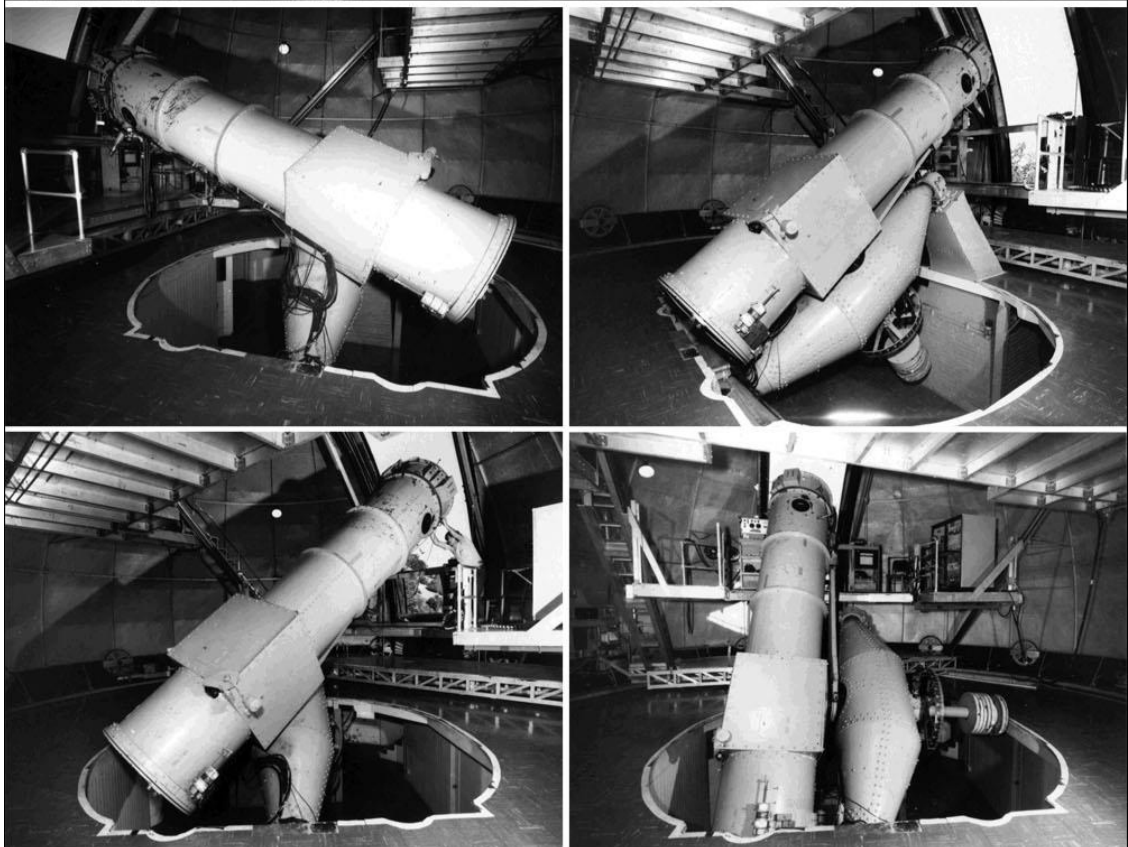


Figure 7- The Crossley reflector today.

Sources:

- Keeler, J. (1900). The Crossley reflector of the Lick observatory. *Astrophysical Journal*, XI (5): 325-353.
- Keeler, J.E. (1908). Photographs of nebulae and clusters made with the Crossley reflector. Publications of Lick Observatory, Vol. 8.
- Osterbrock, D. E. (1984). *James E. Keeler: Pioneer American Astrophysicist and the Early Development of American Astrophysics*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Osterbrock, D.E. (1988). *Eye on the Sky: Lick Observatory's First Century*. Berkeley, California: University of California Press.
- Palmer, H.K. (1903). An application of the Crossley reflector of the Lick observatory to the study of very faint spectra. *Lick Observatory Bulletin No. 35*:218-235.
- Stone, R.P.S. (1979). The Crossley Reflector: A Centennial Review - I. *Sky & Telescope Magazine*, October 1979: 307-311.
- Stone, R.P.S. (1979). The Crossley Reflector: A Centennial Review - II. *Sky & Telescope Magazine*, November 1979: 396-311.

Novo livro para conhecer o céu

O CÉU NAS PONTAS DOS DEDOS

Autor: Guilherme de Almeida

Este novo livro apresenta o céu nocturno ao leitor, partindo de uma iniciação breve e eficaz, mas evoluindo rapidamente para situações práticas. Seguem-se os conselhos e apoio à interacção directa do leitor com o céu, utilizando literalmente as pontas dos seus dedos, manejando o planisfério celeste multifuncional que acompanha a obra.

O planisfério celeste (com 274 mm de diâmetro) pode ajustar-se facilmente para que nos mostre o aspecto do céu na data e hora pretendidas, presentes passadas ou futuras, mas permite fazer muito mais do que isso (24 modos de utilização exemplificados e explicados passo a passo). Válido por largas dezenas de anos. As posições dos planetas são disponibilizadas online pelo autor.

O leitor é convidado a praticar e a aventurar-se no conhecimento progressivo do firmamento. Isto também se aplica às pessoas que dizem nada conhecer do céu nocturno. Mas quem já o conhece pode usar as capacidades do planisfério celeste para planear as suas oportunidades de observação. A obra foi concebida de modo a permitir progressão e diferentes níveis de utilização de acordo com o perfil, a idade e a experiência gradualmente adquirida de cada leitor. Aventure-se!

Revisão crítica visível em: <http://dererummundi.blogspot.pt/2013/05/o-ceu-na-ponta-dos-dedos.html>

Plátano Editora, Lisboa, 2013 | Formato 28,5 cm × 28,5 cm.

48 páginas a cores | Capa dura | Edição: Abril de 2013.

ISBN: 978-972-770-928-1 — PVP 19,90 euros (livro + planisfério celeste).

