

# GALILEU GALILEI E O ANO INTERNACIONAL DA ASTRONOMIA 2009

Guilherme de Almeida  
[g.almeida@vizzavi.pt](mailto:g.almeida@vizzavi.pt)

Em 2009 comemora-se um acontecimento invulgar: o **Ano Internacional da Astronomia 2009** (abreviadamente designado como AIA2009). À primeira vista, parece mais uma das inúmeras comemorações de dias e anos, nacionais ou mundiais, que estamos fartos de saber que existem. Afinal, não é verdade que todos os anos se comemora o ano ou o dia, "disto e daquilo", com mais frequência até do que nos pareceria razoável? E não é, também, verdade que todos os anos há congressos e encontros científicos onde os especialistas se reúnem para trocar conhecimento, partilhar descobertas e fazer avançar a ciência e outras áreas do conhecimento? De facto, tudo isso é verdade, mas desta vez temos algo de novo.

## O que é o Ano Internacional da Astronomia?

O Ano Internacional da Astronomia 2009 vai ser uma celebração global da Astronomia e da sua contribuição para a sociedade e para a cultura. O seu objectivo vai ser mais um debate ou encontro entre cientistas, mas antes uma oportunidade de ouro para o grande público tomar contacto com a astronomia, as suas descobertas e avanços espectaculares. Com este evento procurar-se-á estimular o interesse a nível mundial, não só pela astronomia, mas pela ciência em geral, com especial incidência nos *jovens*. Pretende-se mostrar o prazer e alegria da observação directa e a sensação de cada um observar por si próprio. É exactamente por isso que a frase chave do AIA 2009 será "**Descobre o teu Universo**", dando a todos a possibilidade de verem por si próprios o Universo que nos rodeia e do qual, no fim de contas, também fazemos parte.

O AIA2009 é pois uma iniciativa a nível mundial com fins pacíficos. Nunca será excessivo sublinhar que os progressos da Astronomia resultam de colaborações científicas que ultrapassam todo o tipo de fronteiras: geográficas, de género, idade, cultura e raça em pleno acordo com a carta de princípios da ONU. A Astronomia é um exemplo muito representativo de como a ciência pode contribuir para o aprofundamento da colaboração internacional.

## Os passos para o AIA2009

Veremos seguidamente os passos dados, desde 2003, para a proclamação deste grande evento mundial. Numa primeira fase do processo, o Governo Italiano propôs à UNESCO que 2009 fosse declarado o Ano Internacional da Astronomia (AIA2009). Veremos porquê ...

A UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura<sup>(1)</sup> recomendou à ONU (Organização das Nações Unidas) uma resolução no sentido de esta declarar 2009 como Ano Internacional da Astronomia. Seguidamente, a UAI (União Astronómica Internacional) aprovou as propostas da UNESCO e do Governo Italiano, propondo à ONU a declaração do ano de 2009 como Ano Internacional da Astronomia. Após estes passos, a ONU proclamou 2009 como o Ano Internacional da Astronomia (AIA 2009). Daqui em diante passaremos a utilizar sistematicamente a abreviatura "AIA" como sinónimo de "Ano Internacional da Astronomia).



Em Portugal, a celebração do AIA2009 será coordenada pela Sociedade Portuguesa de Astronomia (SPA). A SPA nomeou uma Comissão constituída por especialistas em comunicação e educação em Astronomia, para planear e organizar as actividades relativas ao AIA2009 em Portugal.

O quadro seguinte mostra os 123 países que estão envolvidos neste importante evento internacional (até Outubro de 2008).

### Lista dos países envolvidos no AIA 2009 <sup>(2)</sup>

1. Algeria	30. Egypt	62. Lebanon	94. Saudi Arábia
2. Angola	31. El Salvador	63. Lesotho	95. Senegal
3. Argentina	32. Estonia	64. Lithuania	96. Serbia, Republic of
4. Armenia	33. Ethiopia	65. Luxembourg	97. Singapore
5. Australia	34. Finland	66. Macedonia	98. Slovakia
6. Austria	35. France	67. Madagascar	99. Slovenia
7. Bahrain	36. Gabon	68. Malaysia	100. South Africa
8. Bangladesh	37. Georgia	69. Malta	101. Spain
9. Belarus	38. Germany	70. Mauritius	102. Sri Lanka
10. Belgium	39. Ghana	71. Mexico	103. Sudan
11. Benin	40. Greece	72. Mongolia	104. Sweden
12. Bolivia	41. Guatemala	73. Morocco	105. Switzerland
13. Bosnia and Herzegovina	42. Honduras	74. Mozambique	106. Syrian Arab Repblc
14. Brazil	43. Hong Kong	75. Namibia	107. Tajikistan
15. Bulgária	44. Hungary	76. Nepal	108. Tanzania
16. Canada	45. Iceland	77. Netherlands	109. Thailand
17. Chile	46. India	78. New Zealand	110. Trinidad & Tobago
18. China	47. Indonésia	79. Nicaragua	111. Tunísia
•– China Macau	48. Iran	80. Nigeria	112. Turkey
•– China Nanjing	49. Iraq	81. Norway	113. Uganda
•– Taipei	50. Ireland	82. Oman	114. Ukraine
19. Colombia	51. Israel	83. Pakistan	115. United Arab Emirates
20. Congo, Republic of the	52. <b>Italy</b>	84. Panama	116. United Kingdom
21. Costa Rica	53. Jamaica	85. Paraguay	117. United States
22. Croatia, the Republic of	54. Japan	86. Peru	•– Puerto Rico
23. Cuba	55. Jordan	87. Philippines	118. Uruguay
24. Cyprus	56. Kazakhstan	88. Poland	119. Uzbekistan
25. Czech Republic	57. Kenya	89. <b>Portugal</b>	120. <b>Vatican City State</b>
26. Denmark	58. Korea, Democ. Rep	90. Qatar	121. Venezuela
27. Dominican Republic	59. Korea, Republic of	91. Romania	122. Viet Nam
28. East Timor	60. Kuwait	92. Russian Federation	123. Yemen
29. Ecuador	61. Latvia	93. Rwanda	

Além dos países que nos habituámos a considerar na frente do progresso mundial, podemos também ver outros tradicionalmente considerados menos evoluídos, mas nem por isso menos empenhados nesta grande celebração.

O AIA 2009 terá pelo menos a duração de um ano e espera-se que deixe sementes de continuidade em todo o mundo. E, a par destas, um renovado interesse pela ciência e pela cooperação internacional, juntamente com um grande estímulo e entusiasmo pelas observações astronómicas.

(1)- A designação inglesa **United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization** mostra-nos a razão de ser da sigla UNESCO.

(2)- Os nomes dos países estão indicados com a grafia e a ordem alfabética dos seus nomes em inglês, tal como aparecem na página internet oficial do AIA2009 ([www.astronomy2009.org](http://www.astronomy2009.org)). As indicações marcadas com "ponto" correspondem a centros de contacto adicionais, em cada país referido. Destaca-se a participação de Portugal e dos dois países mais relacionados com as polémicas contra Galileu.



1

Exemplos de logotipos para o AIA 2009: 1.- Portugal (à esquerda); 2.- França (em cima). Na página de início deste artigo podemos ver o [logotipo Internacional do AIA 2009](#).

2



Exemplos de logotipos de outros países, para o AIA2009. De cima para baixo: Japão, Irão, Itália

## O que é que há de tão especial no ano 2009?

Esta pergunta faz todo o sentido, mas tem uma resposta simples. Começemos por recuar 400 anos, a partir de 2009; chegaremos a 1609, como é óbvio. O que aconteceu em 1609?

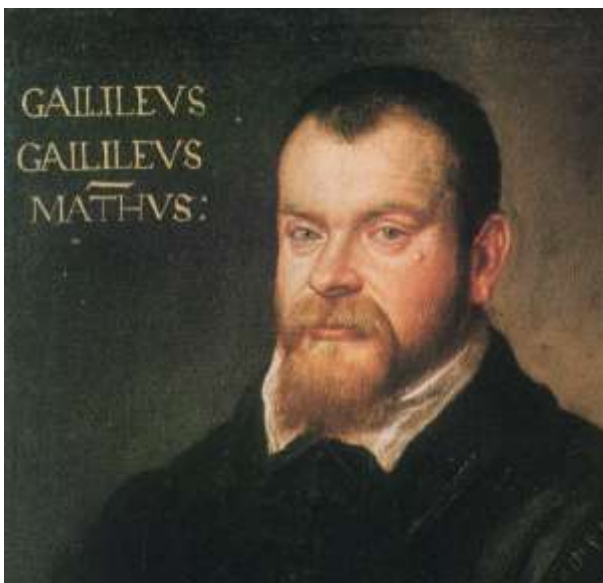
Nesse ano, um polémico professor de matemática, astronomia e fortificações, leccionando na prestigiada Universidade de Pádua, fez importantes descobertas, tantas e tão valiosas que abalaram o mundo. Chamava-se Galileu Galilei e tinha nascido em 1564, em Pisa, na Itália. Diz-se que ninguém descobriu tanto, em tão pouco tempo, como ele.

A maior parte dos sábios desta época pensava que o Sol, todos os planetas e até mesmo as longínquas estrelas orbitavam em torno da Terra, suposta móvel e no centro do Universo. Era o chamado sistema *geocêntrico* porque, em grego, *geo* significa Terra. E isto, apesar de Nicolau Copérnico ter publicado em 1543, vinte e um anos *antes* de Galileu nascer, um livro que fundamentava a hipótese de os astros orbitarem em torno do Sol e não da Terra (sistema heliocêntrico). Porém, não havia provas claras que apoiassem o modelo heliocêntrico. Galileu iria encontrar algumas.

## O que fez Galileu?

Corria a Primavera de 1609 quando Galileu Galilei ouviu dizer que um holandês tinha inventado um instrumento que permitia ver os objectos afastados como se eles estivessem próximos. Nunca viu o invento holandês. Tudo o que chegou ao seu conhecimento foi que esse instrumento era constituído por um tubo com uma lente em cada extremidade.

Aplicando-se intensamente na sua oficina-laboratório, Galileu constrói em pouco tempo um instrumento com a mesma função, capaz de aproximar os objectos seis vezes (6x). Esforçando-se mais ainda, constrói telescópios cada vez melhores, já superiores ao do holandês, capazes de aproximar os objectos 8x. Em Agosto apresenta este último telescópio aos Doges de Veneza e a outros notáveis, mostrando navios ao largo, invisíveis a olho nu e a torre de uma igreja muito distante. Quase todos ficam maravilhados, embora alguns não acreditem no que vêem. Galileu continua a aperfeiçoar os telescópios e chega a produzir instrumentos capazes de aproximar 20x. Mais tarde consegue 32x.



Retrato de Galileu Galilei, atribuído a Tintoretto, pintado aproximadamente em 1606, data em que o ilustre físico, matemático e astrónomo tinha 42 anos.

Em Novembro de 1609 Galileu começa a utilizar os seus telescópios para observar os astros. Descobre que a Lua tem crateras e montanhas, o que contradiz os seguidores de Aristóteles que imaginavam a Lua cristalina a perfeita. Descobre também que ela não tem luz própria (o que na época suscitava dúvidas). O telescópio revela-lhe ainda muitos milhares de estrelas invisíveis a olho nu e que ninguém suspeitava que existiam. A Via Láctea dissolve-se numa multidão de estrelas e deixa de ser a hipotética emanção celeste, e sublunar, que os antigos supunham.

Assestando o telescópio sobre o planeta Júpiter, Galileu concluiu, após algumas observações sucessivas, que quatro pequenas luas giram em volta deste planeta, tal como a nossa Lua gira em volta da Terra. Afinal, pensou Galileu, pode haver outros centros de movimento, sem ser a Terra. Essa descoberta revelou-lhe que o Sistema do Mundo talvez não fosse geocêntrico (naquele tempo chamava-se "Sistema do Mundo" ao que hoje chamamos Universo"). Entusiasmado, publicou em Março de 1610 um livro imortal, chamado "Mensageiro Celeste" (o título original era *Sidereus Nuncius*). Nele descreve as maravilhas que observou nos céus, mas com isso começa também a criar inimigos.

Continuando as suas observações telescópicas, descobre, em Julho de 1610 que Saturno tem "saliências", uma de cada lado, dando-lhe a ideia de um "planeta com orelhas" (não conseguiu ver os anéis que hoje conhecemos, porque o seu telescópio não era suficientemente poderoso para isso). E no final desse ano, descobre que o planeta Vénus passa por um ciclo completo de fases, como a Lua, o que só é possível se Vénus e a Terra orbitarem o Sol, em conformidade com o modelo heliocêntrico. E em contradição com o modelo geocêntrico...

Em 1612 observa o Sol, pelo método da projecção, um método seguro idealizado pelo seu amigo Benedetto Castelli. Galileu sabia que é muito perigoso olhar para o Sol *através* de telescópios. Outros observadores observaram o Sol e cometeram esse erro, causando danos irremediáveis aos seus olhos... Mas, voltando a Galileu, ele descobriu que o Sol apresenta manchas à sua superfície, e que essas manchas dão, pouco a pouco, a volta ao Sol. Isso comprova que o Sol também tem movimento de rotação, que (segundo Galileu) se completa em "pouco menos de um mês".

É claro que todas estas descobertas desagradaram à Igreja Católica, grande defensora do geocentrismo. A comprovação de que a superfície lunar é acidentada, a revelação de imensas estrelas que não se viam a olho nu, as luas de Júpiter, as fases de Vénus e até as manchas solares e a rotação do Sol, contrariando as suposições da época, inspiraram inimizades da maior parte do clero. A



Igreja via nessas descobertas um argumento e uma ameaça contra o geocentrismo e contra alguns dos seus fundamentos teológicos. E, para mais, a leitura literal da Bíblia, sem interpretação adequada, parecia impor a imobilidade da Terra e o movimento do Sol à nossa volta.

Réplica de um dos telescópios de Galileu Galilei.



## As partes polémicas das Sagradas Escrituras

Vejamos seguidamente as partes da *Bíblia* em que os religiosos mais conservadores se baseavam para dizer que as Sagradas Escrituras impõem a imobilidade da Terra e sugerem o movimento do Sol em volta do nosso planeta. Apresentam-se duas traduções diferentes.

### Salmo 104:5

"Lançou os fundamentos da terra, para que não vacile em tempo algum."

(Cf. Trad. João Ferreira de Almeida (1628-1691).

"Ele fundou a terra sobre os seus lugares estabelecidos; não será abalada, por tempo indefinido ou para todo o sempre".

(Cf. Trad. New World Bible Translation Committee).

### Eclesiastes 1:4 e 1:5

(1:4) "Uma geração vai, e outra geração vem; mas a terra para sempre permanece.

(1:5) "E nasce o sol, e põe-se o sol, e volta ao seu lugar de onde nasceu."

(Cf. Trad. João Ferreira de Almeida (1628-1691).

(1:4) "Uma geração vai e outra geração vem; mas a terra permanece por tempo indefinido.

(1:5) "E também o sol raiou e o sol se põe, e vem ofegante ao seu lugar onde vai raiar".

(Cf. Trad. New World Bible Translation Committee).

### Josué 10:13

"(...) O sol pois se deteve no meio do céu, e não se apressou a pôr-se, quase um dia inteiro"

(Cf. Trad. João Ferreira de Almeida (1628-1691).

"(...) o sol ficou parado no meio dos céus e não teve pressa em pôr-se por cerca de um dia inteiro". (Cf. Trad. New World Bible Translation Committee).

Na leitura da Bíblia que as autoridades religiosas então faziam, as frases anteriormente referidas pareciam "garantir" a imobilidade da Terra e "certificar" o movimento do Sol em torno do nosso planeta, interpretações que Galileu Galilei contestava. A essas afirmações Galileu contrapõe dizendo que o que observa no céu, com o seu telescópio, é também obra de Deus. E que tal obra tanto pode ser vista na Bíblia (se devidamente interpretada) como na observação dos próprios fenómenos celestes. Afirma que a Bíblia não se engana e está sempre correcta, mas deve ser interpretada adequadamente, pois Deus não pode contradizer-se dando a ver nos céus (Sua obra) coisas diferentes das que se podem ler nas Sagradas Escrituras. Vejamos algumas das suas justificações a este propósito.

"As Escrituras não se enganam, mas sim os seus intérpretes e comentadores, de várias maneiras (...)"

"A Bíblia ensina-nos como se vai para o céu, não como vai o céu" (citação usada por Galileu).

"Não me sinto obrigado a acreditar que o mesmo Deus que nos dotou de sensibilidade, razão e intelecto pretenda que nos esqueçamos os utilizar."

“Uma referência, por exemplo, à *mão de Deus* não significa um apêndice de cinco dedos, mas antes a Sua presença nas vidas humanas”.

Convém referir que Galileu foi sempre um homem profundamente religioso, de fé sólida e inabalável, pelo que nunca se lhe pôs a questão da dúvida religiosa. E, convém referir que as suas duas filhas foram freiras, no Convento de São Mateus, perto de Florença, regido pela ordem franciscana das Clarissas, a que exigia uma conduta quotidiana mais dura e austera. Teve também um filho, Vincenzo.

### Início dos problemas com a Igreja Católica

Todos os problemas referidos levaram a que, em 1616, Galileu fosse chamado a Roma, por ordem do Papa Paulo V, para ser advertido de que só poderia considerar o heliocentrismo (e a teoria de Copérnico) como mera hipótese académica (uma forma de facilitar cálculos), mas nunca como um facto. Tal advertência foi-lhe dada pelo cardeal Belarmino, que também o avisou de que o livro de Copérnico fora proibido. É de notar coragem e perseverança de Galileu, pois nesses tempos desafiar a Igreja era muito perigoso: em 1600, o monge Giordano Bruno fora queimado vivo, atado a um poste, por afirmar que o Universo podia ser infinito e que haveria muitos planetas habitados, além da própria Terra. O inquisidor foi precisamente... Roberto Belarmino, mais tarde beatificado (1923) e canonizado (1930), passando a ser *Santo* e conhecido como São Roberto Belarmino.



Galileu Galilei com 60 anos, segundo o retrato feito em Florença (1624) pelo pintor Ottavio Leoni.

### A vida continua

Galileu contém-se por algum tempo, mas por fim (c.1624) começa a escrever uma das suas maiores obras: os *Diálogos sobre os Dois Principais Sistemas do Mundo*, onde compara os sistemas geocêntrico (de Ptolomeu) e heliocêntrico (de Copérnico). O Papa desse tempo, Urbano VIII, autoriza-o a escrever esse livro desde que fale dos dois sistemas sem tomar partido pelo sistema heliocêntrico, suposto como mera hipótese. O livro é publicado em 1632, mas o Papa, anteriormente amigo e admirador do sábio italiano (quando era o cardeal Maffeo Barberini), sente-se ridicularizado numa personagem do livro, defensora do geocentrismo (os inimigos de Galileu tiveram a habilidade de convencê-lo nesse sentido). A fúria do Papa é imensa e o livro é proibido: em 1633 Galileu é chamado a Roma, acorrentado se se recusar, apesar de já velho (69 anos) e doente. Ao fim de muitos e extensos interrogatórios e depois de lhe terem mostrado os instrumentos de tortura da Inquisição (o temível Santo Ofício), é forçado a negar as suas convicções. Não é queimado vivo, devido ao apreço do Papa e à influência de muitos amigos poderosos que tinha. Em vez disso é condenado a prisão perpétua, mais tarde comutada em prisão na sua casa pessoal de Arcetri, nos arredores de Florença. Sempre vigiado pelos oficiais da Inquisição.

### Galileu regressa ao trabalho

Apesar de proibido de escrever, Galileu retoma a escrita e as suas investigações. Em 1636 tem pronto um novo livro, denominado *Discurso sobre Duas Novas Ciências*, onde não toca no heliocentrismo mas lança os fundamentos da *resistência de materiais*, precursora da engenharia mecânica e os alicerces da *dinâmica*, uma área da Física que mais tarde servirá de inspiração ao grande Isaac Newton que (apesar de não ser pessoa dada à modéstia) afirma ter visto mais longe do que outros por ter subido aos ombros de gigantes (referindo-se a Galileu e a Kepler). Devido às proibições a que o autor estava sujeito, o original desta obra teve de ser levado secretamente de Itália para a Holanda, onde foi impresso. Entretanto, devido a infecções oculares, Galileu ficou totalmente cego em 1637.

Recebeu o livro já impresso em 1638 e foi na escuridão total que tomou nas mãos a sua obra derradeira. Ainda teve tempo para idealizar a aplicação dos pêndulos aos relógios, ideia concretizada mais tarde por Huygens (em 1656). Por fim, em 8 de Janeiro de 1642, "entregou a alma ao Criador com firmeza filosófica e cristã", como descreveu Vincenzo Viviani, o seu último discípulo e primeiro biógrafo.

## Intenções e reconhecimento

Com o Ano Internacional da Astronomia 2009 (AIA2009) celebram-se as primeiras observações astronómicas feitas por Galileu Galilei em 1609, usando o telescópio – uma invenção que marcou o início de 400 anos de extraordinárias descobertas astronómicas.

Este evento desencadeou uma revolução científica que alterou profundamente a nossa visão do Universo.

## Objectivos do AIA2009

- Promover a cultura científica.
- Promover o acesso a novo conhecimento e experiências.
- Desenvolver as comunidades astronómicas em países em vias de desenvolvimento.
- Apoiar e desenvolver a educação formal e não formal das ciências.
- Transmitir uma imagem moderna da ciência.
- Apoiar e desenvolver projectos de colaboração.
- Aumentar a igualdade de géneros e minorias nas carreiras científicas e tecnológicas.
- Facilitar a preservação e protecção dos céus escuros [um património cultural da humanidade], em "oásis urbanos", parques nacionais e locais de observação.

## Princípios, directrizes e actividades

Para dinamizar o AIA2009 prevê-se levar a cabo, também em Portugal, múltiplos eventos de divulgação e sensibilização, actividades, acções formativas e lúdicas. Entre estas contam-se: noites de astronomia, palestras, actividades em escolas, concursos e exposições. Essas acções promoverão a astronomia portuguesa, proporcionando redes de contactos e interligações entre instituições astronómicas. Haverá sessões especiais em planetários e ainda uma actividade denominada "E agora eu sou Galileu" onde os jovens e crianças são incentivados a observar, vendo o que Galileu viu e redescobrimo algumas das suas descobertas.

Todo o processo envolverá intensamente a sociedade com a astronomia, promovendo uma interacção forte entre astrónomos amadores e profissionais, formando parcerias. Serão colmatadas lacunas bibliográficas e pretende-se produzir um selo de correio comemorativo do AIA2009. Espera-se ainda poder disponibilizar ao público um pequeno "Kit do Astrónomo", através de um possível patrocínio ou colaboração com um jornal de grande tiragem.

## Divulgação do AIA2009

Páginas Internet para divulgação do AIA 2009 e dos seus objectivos:

<http://www.astronomia2009.org/> (página nacional portuguesa)

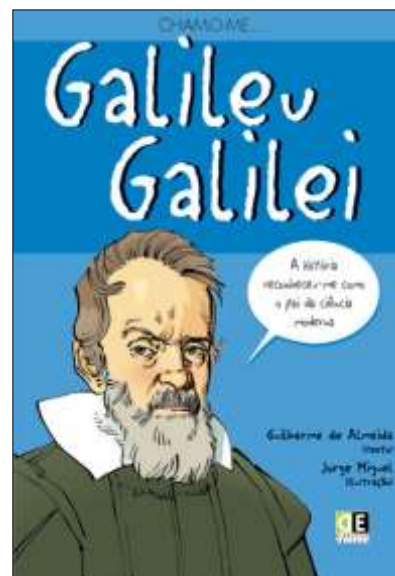
<http://www.astronomy2009.org/> (página internacional)

[www.sp-astronomia.pt/](http://www.sp-astronomia.pt/) (página da SPA)

Será ainda feita divulgação adicional pelos seguintes meios:

Fascículo em jornal de grande tiragem, edição de livros, divulgação na Rádio, TV e jornais.

Para saber mais sobre a vida e a obra de Galileu Galilei:  
Almeida, Guilherme de—*Chamo-me Galileu Galilei*, Didáctica Editora, Lisboa, 2008. ISBN : 978-972-650-820-5  
(disponível a partir de 15 de Novembro de 2008).



# ISS EM TRÂNSITO SOLAR

Miguel Claro

<http://miguelclaro.com>

A Estação Espacial Internacional ( ISS ) oferece-nos hoje em dia uma vasta gama de cenários fotogénicos onde a poderemos registar e observar. Podem ser feitas boas imagens captando apenas o rasto que descreve por entre as estrelas, atingindo muitas das vezes magnitudes de  $-2.4$ . Como podem ser feitos seguimentos manuais ou robotizados em grandes aproximações, recorrendo nestes casos à ajuda de telescópios de distâncias focais médias e altas. Um dos momentos mais raros mas talvez dos mais interessantes para se obter um registo fotográfico da ISS, é quando esta transita à frente da Lua ou do Sol, destacando o trânsito sobre o nosso "Astro Rei" como o mais espectacular do ponto de vista visual e fotográfico, pois o fundo branco do Sol contrasta na perfeição com a silhueta escura da Estação Espacial, sendo também este, o único momento em que é possível observá-la à luz do dia.

Para efectuarmos uma fotografia a um trânsito solar da ISS, é necessário em primeiro lugar colectar todos os dados informativos sobre uma eventual passagem favorável à nossa localização. Para nos facilitar a vida, existem hoje em dia alguns sites na Internet sobre o tema em questão, mas o que destaco é sem dúvida o Calsky ( [www.calsky.com](http://www.calsky.com) ). Após nos registarmos e colocarmos os nossos dados de localização, aconselho a activar no próprio site uma ferramenta muito útil que é um "Alerta", ou seja, podemos escolher para sermos avisados no nosso e-mail com vários dias de antecedência, sobre uma eventual passagem da ISS sobre a Lua, o Sol, ou até sobre outros astros. Há também a possibilidade de alargar estes alertas a outros tipos de efemérides, Iridium flares etc...

Assim que recebemos o nosso primeiro alerta, há que ir monitorizando até quase em cima da hora, se possível, precavendo eventuais alterações na rota da ISS que resultem numa razia e não num trânsito. Esta questão é importante pois se recebermos um alerta com 5 dias não significa que no dia previsto ainda possa ocorrer. Como o site é constantemente actualizado podemos ir acedendo à página do alerta e ver se tudo se mantém como previsto. Por vezes é natural que hajam apenas pequenas oscilações no decorrer dos dias, mas também pode suceder que o desvio seja um pouco maior e o suficiente para não se dar o trânsito no local previsto. Para colmatar estes pequenos desvios podemos sempre recorrer a outro local de observação. Passo a explicar... na página das previsões do Calsky existe a possibilidade de ver o mapa de terra ( by Google ) Figura 1 com o trajecto da "central line", a linha imaginária descrita pela rota da ISS e que passa no centro do Sol Figura 2, sendo assim, sempre que houver um desvio à nossa localização inicial podemos recorrer ao mapa e ver uma outra rua ou localidade onde irá ocorrer o trânsito. A zona terrestre de afectação é relativamente restrita, por vezes 1 Km mais à esquerda ou mais à direita e já estamos fora do trânsito, daí o facto de ser necessário monitorizar os alertas para estarmos em cima do acontecimento, eliminando quaisquer possibilidades de erro.



Figura 1



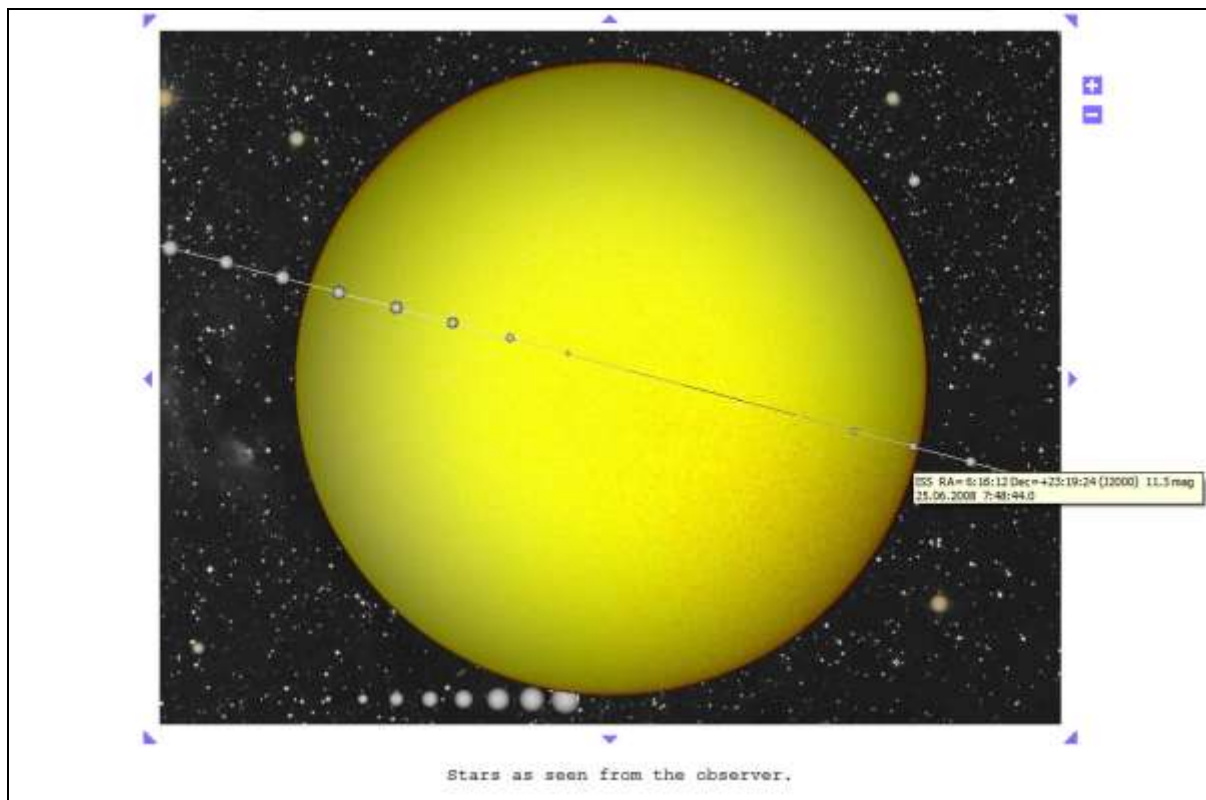


Figura 2

A outra questão crucial em todo este processo é a hora. Esta tem que estar como devem calcular acertada ao segundo pois a duração de um trânsito pode levar entre 2 segundos a 0.6 segundos, consoante a distância da Estação Espacial ao ponto de observação. Para tal, arranjei um relógio cronómetro que acerto com a hora do PC ao segundo. ( podem sincronizar a hora do PC – basta aceder à janela da hora).

O equipamento que usei para as imagens deste artigo Figura 3 foi um Telecopio Meade ETX90ec de 1250mm de focal e 90mm de abertura, assim como uma Canon EOS400D. É no entanto aconselhável usarem um telescópio com um pouco menos de focal para não terem problemas ao enquadrar o disco solar na íntegra no sensor da máquina, caso contrário, terão que recorrer a um mosaico no Photoshop.



Figura 3

É também aconselhável utilizarem um cabo disparador na máquina fotográfica para evitar trepidações. Para se conseguir visualizar a imagem no LCD e devido ao facto de se estar a fotografar o Sol, aconselho a utilizarem um pano preto que cubra a vossa cabeça fazendo sombra sobre o LCD. Eu adoptei uma "sweatshirt" preta que uso entre a minha cabeça e a máquina e resulta bastante bem, à excepção de umas gotas de transpiração que volta e meia insistem em escorregar pela testa baixo e nem se percebe bem porquê...bem o calor ali é realmente intenso, mas com boa vontade aguenta-se bem.

Os procedimentos para fotografar a ISS em trânsito são um tanto ou quanto idênticos aos da fotografia solar, sendo que para alguns não será novidade este tipo de fotografia, irei no entanto deixar algumas notas de relevância natural.

Para fazer este tipo de fotografia o telescópio terá que estar equipado com um filtro solar próprio só à venda em lojas da especialidade, que garanta protecção completa contra Infra-vermelhos e Ultra-violetas e que seja exclusivamente colocado à entrada do telescópio, ou seja na "objectiva". Os filtros mais comuns são os de tipo Baader.

Após o material estar todo preparado, pelo menos meia-hora antes do trânsito, é hora de começar a preparar a focagem que nas reflex sem "Live View" tem que ser pelo comum processo de tentativa e erro. As velocidades de disparo podem variar um pouco, as primeiras imagens que fiz Figura 4 foi a 1/125s a ISO 100 mas as últimas Figura 5 fiz a ISO 200 com uma velocidade de 1/500s e penso que resultou melhor. O que é realmente imprescindível é a colocação da máquina em modo sequencial a disparar "idealmente" 3 fotografias por segundo se o equipamento o permitir. No caso da 400D e porque tenho um cartão Sandisk Extreme III 133x a máquina faz imagens sequenciais ilimitadas mas este número pode ficar limitado se o cartão for mais lento que o processador da máquina.



Figura 4

Aproxima-se agora o momento final, começamos a controlar o tempo que irá decrescendo gradualmente e assim que faltar um minuto ou menos a nossa atenção irá redobrar naturalmente, quando faltarem 10 segundos o coração dispara e a adrenalina sobe, provavelmente para quem adoptar a "Sweat" cairá mais uma ou duas gotas de suor, mas a nossa atenção mantém-se focada, porque aos 5 segundos podemos carregar no disparador para

termos uma pequena margem de manobra. A contagem decrescente chega assim ao fim com o "Segundo 0" ou também conhecida por hora "H"...lá vem a ISS com a sua impressionante velocidade de 27 000km/h e imponente estrutura. Mesmo a fazer 3 imagens por segundo, é possível devido ao rápido movimento do sistema reflex, ver a ISS a transitar à frente do Sol. É um momento fantástico! ficamos boqueabertos não só porque afinal isto existe mesmo...como pela incrível precisão horária oferecida pelo Calsky, posso dizer-vos que das duas vezes que fotografei a ISS sobre o Sol, esta passou exactamente à hora prevista, no segundo certo, num momento único que tive o prazer de registar e a honra partilhar com todos vós.

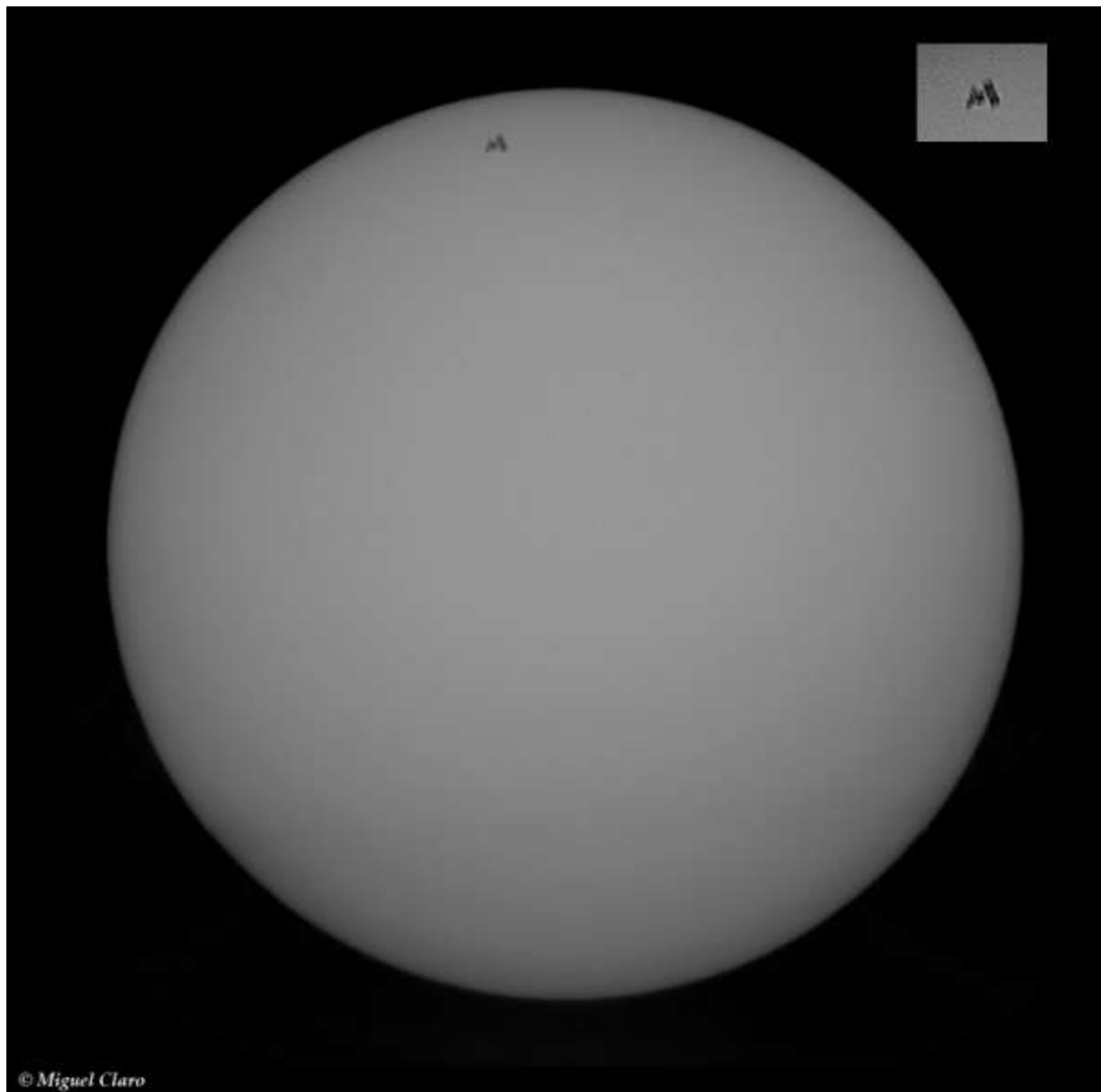


Figura 5

Mais imagens podem ser vistas em  
<http://www.astrosurf.com/astroarte/ISStransit.htm>

# CONSTRUÇÃO DE UMA MÁQUINA PARA CORTAR ESPUMAS E FAZER ESTOJOS PARA O MATERIAL DE OBSERVAÇÃO

Guilherme de Almeida  
g.almeida@vizzavi.pt

Desenvolvi um método (melhor dizendo, uma máquina) para cortar blocos de espuma, aquilo a que por vezes chamamos “esponja”. Permite cortar com perfeição tanto a espuma de poros abertos como a de poros fechados, incluindo aberturas para acessórios, directamente no bloco. Corta espuma mole e espuma dura. Podem assim arrumar-se e transportar-se comodamente as montagens, oculares, diagonais, lentes de Barlow, câmaras CCD, etc. Tudo aquilo que um astrónomo amador viajante precise de transportar.

## Princípio de funcionamento

Um fio metálico, aquecido pela passagem da corrente eléctrica (efeito Joule) corta facilmente a espuma. A qualidade do trabalho será muito boa desde que a placa de espuma a cortar esteja assente num plano e possa ser empurrada contra o referido fio, seguindo traços já marcados na espuma, de acordo com o traçado do corte a fazer.

## Concepção e realização

O dispositivo está esquematizado na Fig. 1. A placa T, munida de quatro pés P suporta um braço de madeira portador do fio F. No meu caso usei fio (F) de nicrómio (também conhecido como cromo-níquel) mantido sob tracção por meio de um braço de madeira. Através deste fio esticado F faz-se passar uma corrente de intensidade adequada. A intensidade dessa corrente deverá ser bem doseada: uma corrente excessiva leva o fio a uma temperatura demasiado alta e o fio, em contacto com a espuma funde-a excessivamente e o corte sai descontrolado; por outro lado, com uma corrente insuficiente o fio não corta bem a espuma por não atingir a temperatura óptima.

Na prática o sistema funciona de modo semelhante a uma serra de fita, em que, em lugar da fita de serra em movimento, há o fio fixo, a uma temperatura conveniente. A placa de espuma E assenta sobre a plataforma T e faz-se avançar, de modo que o fio corta ao longo dos traços previamente desenhados na espuma. O funcionamento é simples e eficaz.

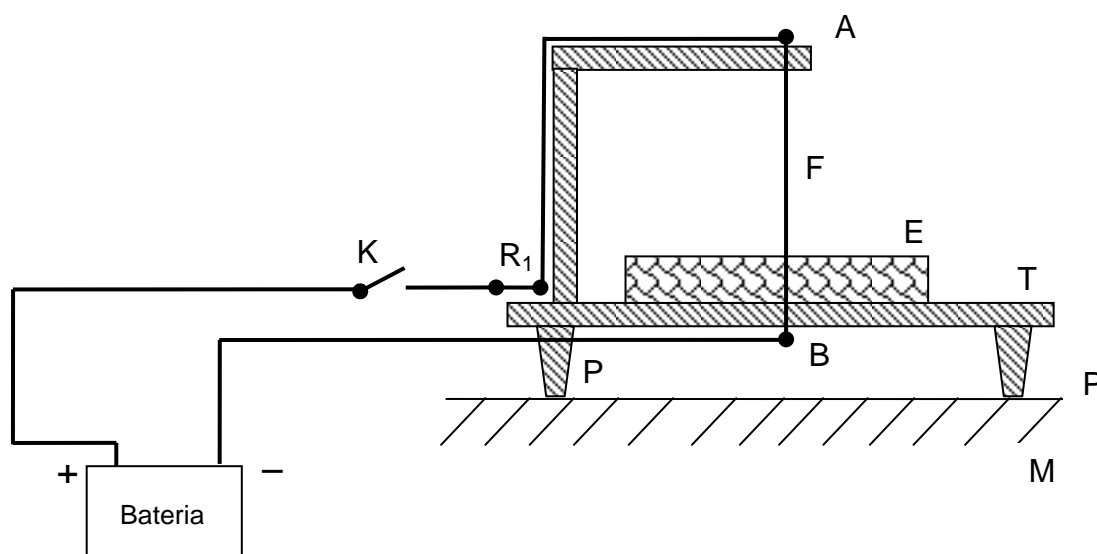


Figura 1- Diagrama esquemático do dispositivo objecto do presente artigo. Os itens assinalados com letras são explicados no texto (Guilherme de Almeida, 2008).



Nas Figs. 2 e 3 mostram-se fotografias de diversos pormenores do dispositivo de corte, já concluído. As legendas e o texto dão todas as informações necessárias à sua realização.

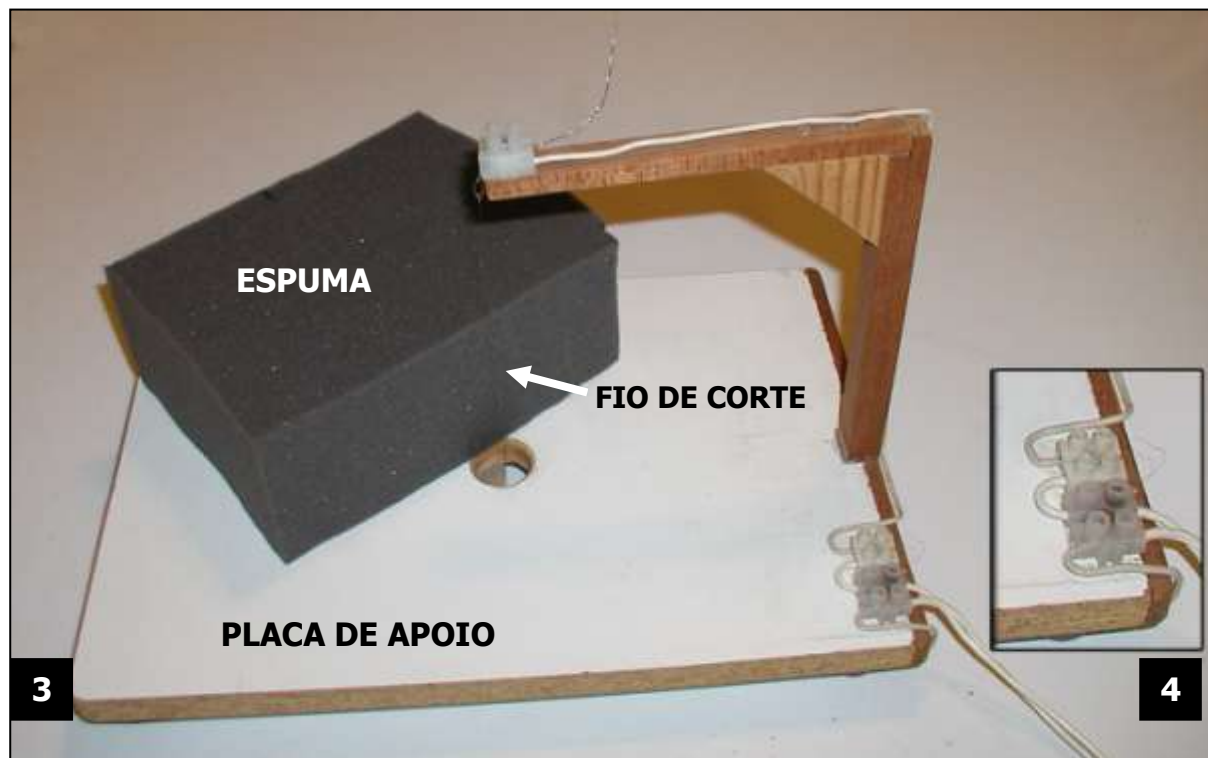


Figura 2 - Aspecto geral da máquina de corte de espumas. Na imagem **3** podem ver-se o bloco de espuma a cortar, a placa de apoio e o fio de corte. Na parte **4** mostra-se um pormenor das caixas de junção referidas no texto (Guilherme de Almeida, 2008).

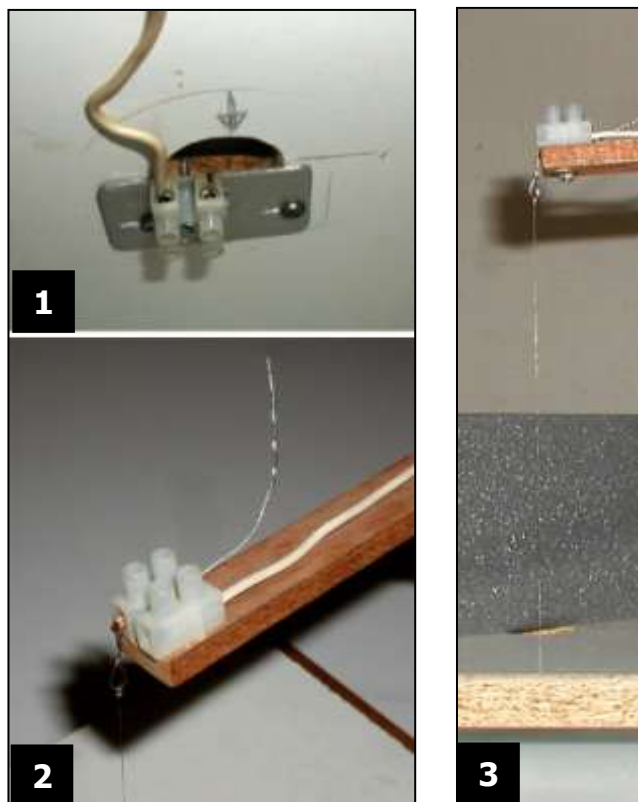
Todos os fios à excepção de F e de R1 são fios comuns, isolados, eventualmente multifilares para garantir boa flexibilidade. As extremidades de F, em A e B, contêm suportes metálicos que seguram o fio, com parafusos (Fig. 3), evitando o contacto do fio quente com a madeira do braço de suporte.

### Afinação do sistema de corte

A afinação do sistema é simples. Em vez de fazer variar a tensão aplicada, para ajustar a intensidade da corrente, usa-se uma pequena bateria (daquelas que se levam para o campo com os telescópios), com  $U=12$  V. Escolhe-se um fio de secção conveniente de modo que com o comprimento de fio F desejado, por exemplo 30 cm, a corrente seja tal que o fio fique já próximo da temperatura óptima, mas acima dela). Usando um pequeno troço adicional do mesmo fio (indicado por  $R_1$  na Fig. 1), ligado em série com F, pode-se controlar essa corrente. Passará mais corrente usando um comprimento um pouco menor para  $R_1$ ; passará menos corrente se esse comprimento for maior. Ajusta-se assim a intensidade óptima da corrente (o mesmo será dizer que se ajusta a temperatura óptima do fio). Na prática, podem-se dispor vários troços no lugar de  $R_1$ , montados entre blocos de caixas de junção, com parafusos de aperto, de modo a poder comutar facilmente entre diferentes comprimentos para  $R_1$ . Poderemos assim inserir pequenos acréscimos de comprimento de fio, ligados em série com F, ou retirá-los para ajustar a temperatura óptima de corte da espuma. Deste modo, as ligações eléctricas serão as seguintes:

1. De um dos pólos da bateria (por exemplo +), teremos um fio que vai ligar ao interruptor K (Fig. 1), passa seguidamente por R1 e vai ligar ao suporte A da extremidade do fio de nícrómio.
2. Do outro pólo da bateria sairá um fio que vai ligar ao suporte metálico B que segura a extremidade inferior de F.

Uma outra alternativa, para controlar a corrente, pode consistir em ligar, a partir da bateria, um fio com um "crocodilo" que poderá "passear ao longo do fio F, doseando o comprimento deste que está em uso.



No meu caso, o fio escolhido foi e 0,10 mm de diâmetro, que tem uma resistência de 138,8 ohms/metro, a 20 °C. Com 25 cm (0,25 m), teremos  $138,8 \times 0,25 = 34,7$  ohms, obtendo-se  $I = 0,34$  A, aproximadamente (na prática, a quente, a resistência do fio será um pouco maior). Mas note-se que *não* é preciso medir a intensidade da corrente. Basta observar os resultados do corte em testes que se podem fazer com pequenos desperdícios de blocos de espuma, do tipo igual ao que queremos cortar.

Nos testes de utilização, se o fio ficar a uma temperatura excessiva aumenta-se o comprimento de  $R_1$ ; se está a uma temperatura demasiado baixa, reduz-se o comprimento. Se, para a máquina que se construiu, o fio fica sempre demasiado frio, então usa-se fio F um pouco mais grosso, e vice-versa.

Figura 3 - Pormenores de fixação do fio de corte: **1**- sistema de fixação do fio de corte, do lado de baixo; **2**- sistema de fixação do mesmo fio, do lado de cima; **3**- o fio de corte esticado (Guilherme de Almeida, 2008).

### Recomendações

Para fazer cortes externos basta empurrar a espuma suavemente, mas de forma progressiva, contra o fio aquecido, guiando-a com as duas mãos. Para cortes internos, por exemplo para abrir um furo circular destinado a uma ocular ou a um contrapeso, faz-se primeiro um furo com uma chave de fendas, através da espuma, desmonta-se o fio de corte (de uma das suas extremidades), fazendo-o passar pelo furo que acabámos de abrir. Depois liga-se a corrente e faz-se o corte. Posteriormente será necessário desmontar o fio de corte, de um dos lados, para retirar a espuma com a abertura já feita.

### Algumas precauções

O fio F deverá ter um comprimento cerca de 6 cm maior do que o necessário, para contar com o que se gasta nas fixações aos implantes metálicos em A e B. O fio aquece bastante, ficando a mais de 450 °C. Deve-se evitar tocar com os dedos no fio, depois de ligada a corrente, não por perigo de choque, que não existe, mas apenas pelo perigo de queimadura. O fio F deverá estar suficientemente tenso, mas sem exageros.

O fio deverá ser perpendicular à plataforma T, para obter um corte perfeito. O braço de madeira deverá ser suficientemente rígido para aguentar a tensão do fio sem flexões exageradas, que podem comprometer a perpendicularidade anteriormente referida.

Embora os cortes sejam relativamente rápidos (com velocidades de corte tipicamente superiores a 1 cm/s, dependendo da precisão com que se quer cortar), a máquina deve ser usada em ambientes arejados, preferencialmente exteriores, para que não se respirem os vapores da espuma queimada.

Desejo uma boa realização a todos quantos pretendam construir esta máquina de corte de espumas.

# AMÉDÉE MOUCHEZ (1821-1892) E O PROJECTO "CARTE DU CIEL"

PEDRO RÉ

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

Amédée Ernest Barthélemy Mouchez nasceu em Madrid em 24 de Agosto de 1821. Estudou em Paris e Versailles e foi admitido na Escola Naval de Brest com apenas 16 anos. Foi sucessivamente marinheiro (1839), tenente (1845) e capitão (1861) da Marinha Francesa. Durante a sua carreira naval, o seu maior feito consistiu na defesa do Havre durante a guerra Franco-Prussiana (1870-1871). Realizou inúmeras explorações na América do Sul (Paraguai e Brasil) entre os anos de 1856 e 1861. Estes trabalhos fizeram com que A. Mouchez fosse nomeado membro do "Bureau de Longitudes". Em 1874 organizou uma expedição à ilha de St. Paul no Oceano Índico para a observação do Trânsito de Vénus que ocorreu nesse ano (Figura 1).



Figura 1- A. Mouchez (esquerda). Observação do Trânsito de Vénus (9 de Dezembro de 1874) na Ilha de S. Paul (Ocano Índico): Acampamento e instrumentos de observação (centro); fotografias do trânsito (centro); placa deixada na Ilha de St. Paul (direita) (fotografia obtida por Pedro Ré, 1986).

As observações efectuadas por Mouchez na ilha de St. Paul foram um verdadeiro sucesso em todos os sentidos. As condições meteorológicas durante o mês de Dezembro nestas paragens são muito desfavoráveis<sup>1</sup>, apesar disso foi possível registar fotograficamente o fenómeno e cronometrar os diversos contactos. Mouchez apresentou os resultados obtidos perante a Academia das Ciências em 1875, tendo sido eleito membro desta prestigiada Instituição no mesmo ano.

Após o falecimento de Urbain Le Verrier (1811-1877), Mouchez é nomeado em 27 de Junho de 1878 Director do Observatório de Paris, cargo que ocupou até ao seu desaparecimento em 1892.

Durante este período desenvolveu no observatório inúmeros projectos de investigação. Publicou 21 volumes dos "Annals" em apenas 14 anos. Procedeu à observação das posições de 48000 estrelas do catálogo de Lalande. Este catálogo foi baseado em cerca de 500000 observações efectuadas no observatório de Paris durante um período de cerca de 50 anos com o auxílio de lunetas meridianas. Criou um departamento de espectroscopia dirigido por Henri Alexandre Deslandres (1853-1948). Esteve igualmente ligado à criação do observatório do Pic du Midi e de Meudon.

Em 1885 os irmãos Henry<sup>2</sup> construíram nas oficinas do observatório diversas objectivas acromáticas e iniciaram uma série observações fotográficas com grande sucesso. Surge deste modo o projecto "Carte du Ciel".

Mouchez foi o principal impulsionador deste ambicioso projecto internacional. Ao apresentar a primeira fotografia astronómica realizada pelos irmãos Henry perante a Academia das Ciências de Paris em 1885, enfatiza as enormes vantagens da realização de um Atlas da totalidade do céu. Inicialmente o prazo previsto para a realização deste Atlas era de seis a oito anos.

<sup>1</sup> No dia da observação (9 de Dezembro de 1874) a ilha esteve sujeita a uma forte tempestade. Durante um período de 6 h, em que ocorreu o trânsito, as condições de observação foram relativamente favoráveis.

<sup>2</sup> Paul Henry (1848-1905) e Prosper Henry (1849-1903).

Em 1887 Mouchez organiza uma reunião internacional em Paris<sup>3</sup> sob os auspícios da Academia das Ciências e financiada pelo governo francês com o intuito de planear as observações fotográficas. Cerca de 60 astrónomos pertencentes a 19 países estiveram presentes.

As principais conclusões da referida conferência foram as seguintes<sup>4</sup>:

- 1- *Les progrès réalisés dans la Photographie Astronomique exigent impérieusement que les astronomes de notre époque entreprennent en commun la description du Ciel par le moyen des procédés photographiques;*
- 2- *Ce travail sera fait dans des stations à choisir ultérieurement, et avec des instruments que devront être identiques dans leurs parties essentielles;*
- 3- *Les buts principaux seront:*
  - a) *De dresser une Carte photographique générale du Ciel pour l'époque actuelle, et d'obtenir des données qui permettront de fixer des positions et les grandeurs de toutes les étoiles, jusqu'à un ordre déterminé, avec la plus grande précision possible (les grandeurs étant entendues dans un sens photographique à définir).*
  - b) *De pouvoir aux meilleurs moyens d'utiliser, tant à l'époque actuelle que dans l'avenir, les données fournies par les procédés photographiques.*
- 4- *Les instruments employés seront exclusivement des réfracteurs (...)*

O projecto inicial envolveu 18 observatórios repartidos pelo hemisfério Norte e Sul (Figura 2)<sup>5</sup>.

LIST OF OBSERVATORIES WHICH ORIGINALLY UNDERTOOK THE WORK OF THE GREAT STAR MAP					
Observatory.	Nation.	Position on Earth.		Belt of Sky.	No. of Plates.
		Lat.	Long. E. h. m. s.		
Greenwich .	British	+51° 29'	0 0 0	+90° to +65°	1149
Rome(Vatican)	Italian	+41° 54'	0 49 49	+64° to +55°	1040
Catania .	Italian	+37° 30'	1 0 20	+54° to +47°	1008
Helsingfors .	Russian	+60° 10'	1 39 49	+46° to +40°	1008
Potsdam .	German	+52° 23'	0 52 16	+39° to +32°	1232
Oxford (Univ.)	British	+51° 46'	23 55 0	+31° to +25°	1180
Paris .	French	+48° 50'	0 9 21	+24° to +18°	1260
Bordeaux .	French	+44° 50'	23 57 54	+17° to +11°	1260
Toulouse .	French	+43° 37'	0 5 50	+10° to + 5°	1080
Algiers .	French	+36° 48'	0 12 8	+ 4° to - 2°	1260
San Fernando	Spanish	+36° 28'	23 35 11	- 3° to - 9°	1260
Tacubaya .	Mexican	+19° 24'	17 23 13	-10° to -16°	1260
Santiago .	Chilian	-33° 27'	19 17 14	-17° to -23°	1260
La Plata .	Argentine	-34° 55'	20 8 23	-24° to -31°	1360
Rio de Janeiro	Brazilian	-22° 54'	21 7 19	-32° to -40°	1376
Cape of Good Hope .	British	-33° 56'	1 13 55	-41° to -51°	1512
Sydney .	Australian	-33° 52'	10 4 50	-52° to -64°	1400
Melbourne .	Australian	-37° 50'	9 39 54	-65° to -90°	1149

Figura 2- Lista de observatórios que integraram inicialmente o projecto "Carte du Ciel" (Turner, 1912).

<sup>3</sup> O conferência inciou-se em 16 de abril de 1887 no observatório de Paris e decorreu durante um período de 11 dias.

<sup>4</sup> Turner, H.H. (1912). The Great Star Map. London, John Murray.

<sup>5</sup> Apesar do Observatório Astronómico de Lisboa ter participado na reunião preparatória (Frederico Augusto Oom) não integrou o projecto sobretudo por falta de meios instrumentais (fotográficos).



O refractor fotográfico idealizado e construído pelos irmãos Henry foi adoptado como *standard* (Figura 3, Figura 4). A abertura de 330 mm  $f/10,4$  significava que 1 mm na chapa fotográfica representava 1 minuto de arco. As chapas utilizadas (160 mm x 160 mm) cobriam uma área de  $2 \times 2^\circ$ . As chapas utilizadas tinham uma rede gravada com 5 mm de distância entre as linhas o que se revelou muito útil na medição das posições estelares. A gravação deste rede<sup>6</sup> foi levada a cabo uma vez que se pensava na época que as chapas de vidro utilizadas sofriam um processo de encolhimento<sup>7</sup>.

Durante a conferência de 1887 foi decidido realizar dois Atlas distintos. O primeiro tinha como objectivo a medição das posições das estrelas até uma magnitude limite de 11. O segundo, recorrendo a tempos de exposição superiores, pretendia medir estrelas com uma magnitude limite mais baixa (14). Em 1889 e mais tarde em 1891, foram realizadas mais duas conferências para fazer o ponto da situação da "Carte du Ciel".

Cada chapa era exposta 3 vezes durante 20 s, 3 min e 6 min e o telescópio era movimentado após cada exposição (cada estrela era representada por um triângulo na imagem final) (Figura 5). Esta série de exposições foi idealizada para identificar poeiras ou defeitos intrínsecos das chapas fotográficas. Foram igualmente expostas chapas utilizando exposições mais longas (15 min, 20 min, 30 min e 60 min).

O trabalho foi dividido entre os observatórios participantes de tal modo que a cada equipa era atribuída uma parte do céu equivalente. O número de chapas a realizar por cada observatório variou entre 1008 e 1500. A medição das chapas era extremamente morosa<sup>8</sup>. O aparelho de medida foi idealizado pelos irmãos Henry e contruído por M. Gauthier (Figura 3).

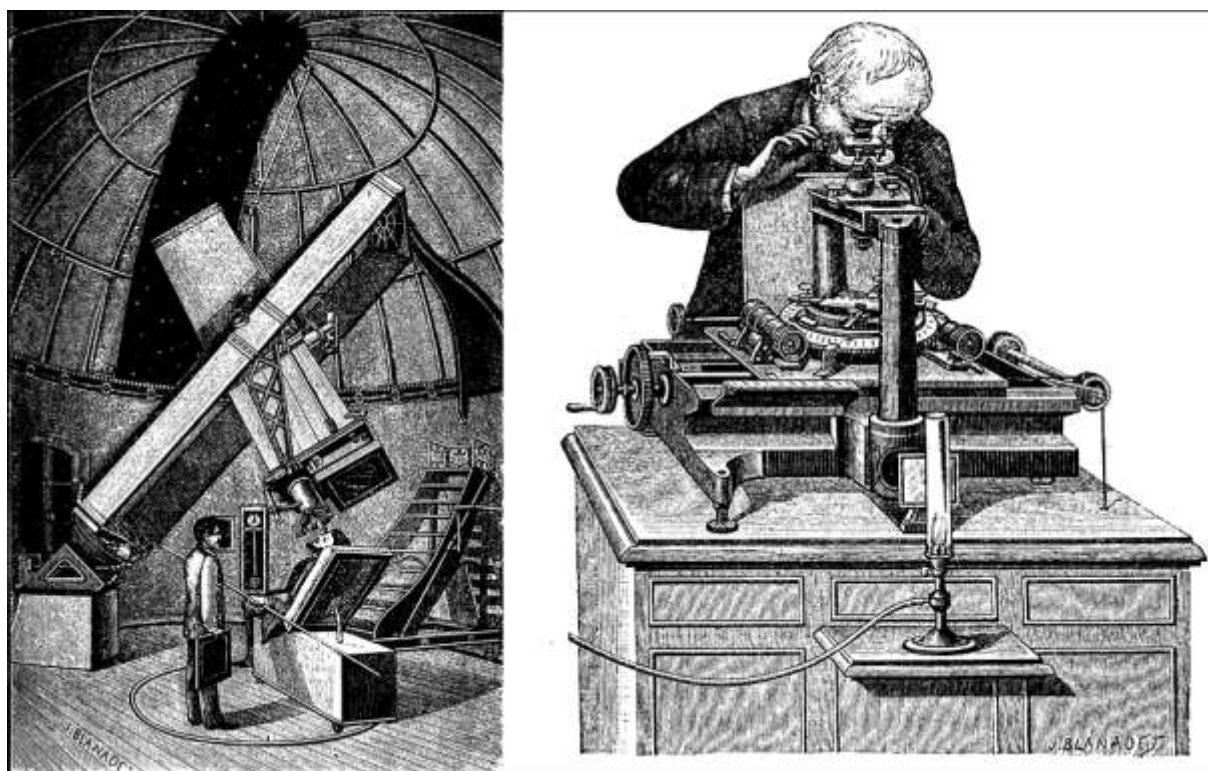


Figura 3- Refractor fotográfico utilizado no projecto "Carte du Ciel" (esquerda) e aparelho de medida das chapas fotográficas (direita). Mouchez (1887).

O projecto "*Carte du Ciel*" nunca foi terminado com sucesso apesar de se ter desenvolvido ao longo de mais de 60 anos. Alguns observatórios abandonaram o trabalho e foram substituídos. O trabalho realizado consta da Tabela I. Durante a Assembleia da União Astronómica Internacional que decorreu em Brighton (1970), foi decidido abandonar definitivamente o projecto.

<sup>6</sup> *Reseau*.

<sup>7</sup> Mais tarde verificou-se que este encolhimento era negligenciável.

<sup>8</sup> A precisão das medições efectuadas era muito elevada para a época.

Tabela I- Trabalho realizado (Carte du Ciel). Segundo Lankford (1984).

<i>Division of labour and execution of the Carte du Ciel project: catalogue and map.</i>				
Zone centred on	Number of plates	Original observatory	Remarks	Map
+90° to +65°	1149	Greenwich	Catalogue completed	Published
+64° to +55°	1040	Vatican	Catalogue completed	Published
+54° to +47°	1008	Catania	Catalogue completed	Plates not taken
+46° to +40°	1008	Helsinki	Catalogue completed	Plates taken but not published
+39° to +32°	1232	Potsdam	Zones hastily published and then abandoned. Hyderabad, Uccle, Paris and Hamburg cooperated to reobserve, measure and publish this zone	Plates taken, printed and distributed by Uccle
+31° to +25°	1180	Oxford	Catalogue completed	Plates not taken
+24° to +18°	1260	Paris	Catalogue completed	Published
+17° to +11°	1260	Bordeaux	Catalogue completed	Published
+10° to +5°	1080	Toulouse	Catalogue completed	Published
+4° to -2°	1260	Algiers	Catalogue completed	Published
-3° to -9°	1260	San Fernando	Catalogue completed	Published
-10° to -16°	1260	Tacubaya	Catalogue completed	Published
-17° to -23°	1260	Santiago	Santiago withdrew and was replaced by Hyderabad, which completed the catalogue	Plates not taken
-24° to -31°	1360	La Plata	La Plata withdrew and was replaced by Cordoba, which completed the catalogue	Plates taken, but only zone -25° published
-32° to -40°	1376	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro withdrew and was replaced by Perth, Edinburgh and Paris, which cooperated to complete the catalogue	Plates not taken
-41° to -51°	1512	Cape of Good Hope	Catalogue completed	Plates taken but not published
-52° to -64°	1400	Sydney	Catalogue completed	Plates taken but not published
-65° to -90°	1149	Melbourne	Melbourne withdrew after the catalogue plates had been taken and several zones published. Sydney and Paris cooperated to complete the catalogue	Plates taken but not published



Figura 4- Equatorial fotográfica utilizada no projecto "Carte du Ciel" (Observatório de Paris).

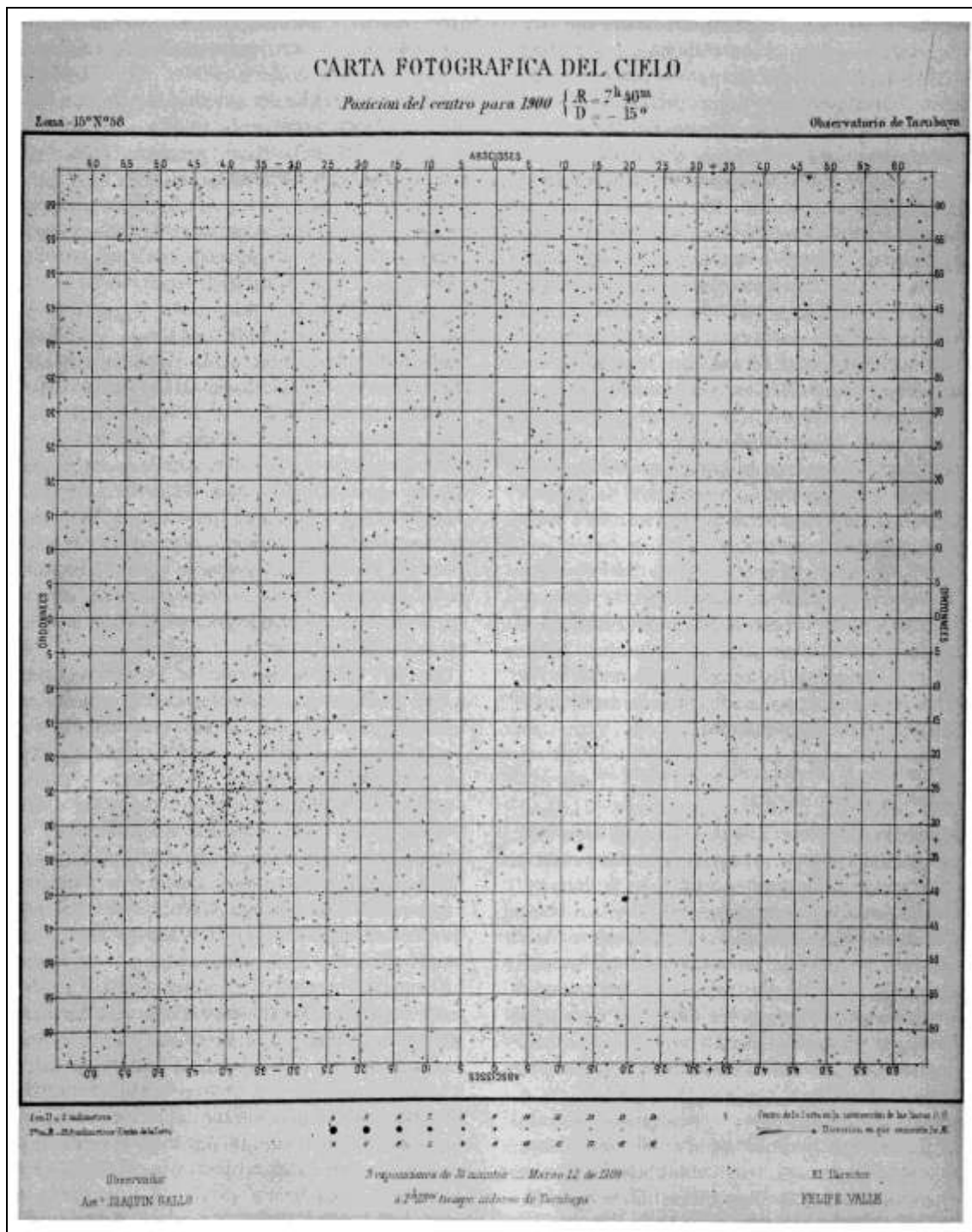


Figura 5- Imagem obtida no observatório de Tacubaya (México) em 1909. Campo com  $2 \times 2^\circ$ . É visível o enxame aberto M 46. Lankford (1984).

#### Bibliografia

- Lankford, J. (1984). The impact of photography on astronomy. In *The general history of astronomy*, Vol. 4- Astrophysics and twentieth-century astronomy to 1950: Part A.
- Mouchez, A. E. (1887). *La photographie astronomique à l'Observatoire de Paris et la carte du ciel*. Paris, Gauthier-Villars.
- Turner, H.H. (1912). *The great Star Map*. London, John Murray.

# BERNHARD SCHMIDT (1879-1935) ÓPTICO E CONSTRUTOR DE TELESCÓPIOS

PEDRO RÉ

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

Bernhard Schmidt é famoso por ter inventado e construído um novo tipo de telescópio (telescópio de Schmidt) que tem a particularidade de apresentar uma elevada correcção no que diz respeito a diversos tipos de aberrações (esférica, coma e astigmatismo) (Figura 1).

Bernhard Schmidt nasceu na Estónia em 30 de Março de 1879. Foi o primogénito de 6 irmãos. A sua família era originária da ilha de Naissaar (costa de Tallinn – mar Báltico). O seu pai, Karl Konstantin Schmidt, além de escritor, era igualmente agricultor e pescador. A língua oficial em Naissar era o sueco mas os Schmidt falavam alemão em casa.

Aos 15 anos de idade, B. Schmidt perdeu o antebraço e a mão direita num acidente com pólvora. Em 1895 Bernhard muda-se para Tallinn onde trabalha como operador de telégrafo. Entre os anos de 1895 e 1901 trabalha igualmente como fotógrafo. Em 1900 constrói a sua primeira objectiva com 5" de diâmetro e realiza diversas observações de uma estrela Nova que surgiu na constelação do Perseu em 1901. Nesse mesmo ano parte para Gotenburgo com a intenção de frequentar a Universidade de Chalmers e mais tarde muda-se para Mittweida na Alemanha onde termina os seus estudos.

Durante este período o seu interesse pela astronomia e pela construção de telescópios aumenta consideravelmente. Em Mittweida tenta trabalhar com Karl Strehl (1864-1940) sem sucesso. Entre os anos de 1901 e 1903 constrói numerosos espelhos que foram sobretudo vendidos a astrónomos amadores e em 1903 termina um espelho para o observatório de Alterburg.

Em 1904 Schmidt abre uma oficina de óptica e inicia a construção sistemática de espelhos para telescópios reflectores. A partir desta data recebe numerosos contratos para construir diversos instrumentos profissionais. A sua oficina de óptica conhece um período de enorme sucesso (1904/1914). Diversos astrónomos profissionais alemães (H.C. Vogel, K. Schwarzschild) reconhecem a excelência do trabalho realizado por Schmidt. Além de construir espelhos, Schmidt foi também encarregue em 1913 de corrigir as superfícies ópticas do refractor visual de 50 cm do observatório astrofísico de Postdam (construído por Steinheil & Sons, Munique). Com o auxílio deste instrumento, E. Hertzsprung realiza numerosas observações de estrelas duplas. O refractor de Postdam foi usado até 1967 (Figura 2).



Figura 1- Bernhard Schmidt (1879-1935). Aspecto da sua oficina de óptica (ca. 1928) no observatório de Hamburg-Bergedorf (direita).





Figura 2- Observatório de Postdam: cúpula (esquerda) e refractor (direita) munido de duas objectivas (80cm  $f/15,25$  - fotográfica e 50 cm  $f/25$  - visual).

À medida que o negócio aumentava, Schmidt contratou diversos assistentes e construiu 2 espelhos para o observatório de Praga (60 cm e 30 cm). Realizou inúmeras fotografias do Sol, Lua e de planetas utilizando um telescópio horizontal munido de um celóstato construído nas suas oficinas (Figura 3). Grande parte do trabalho na oficina era realizado por Schmidt com o auxílio de um só braço. No período mais próspero da oficina de óptica, B. Schmidt comprou um automóvel e contratou um “chauffeur”, o que era considerado na época um verdadeiro luxo.

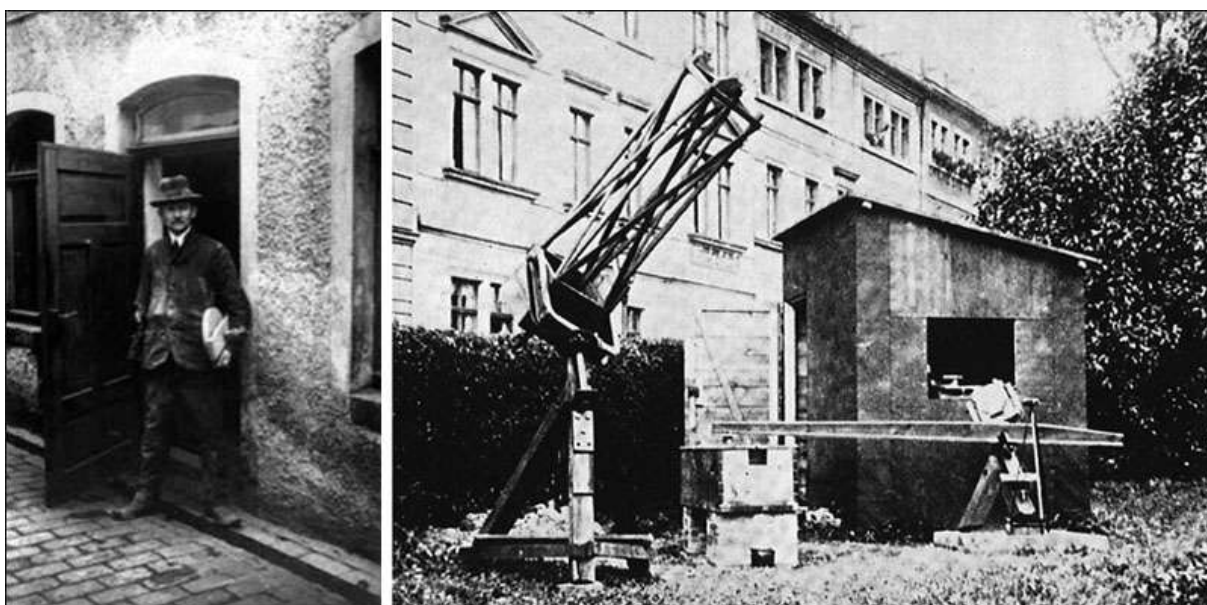


Figura 3- Bernhard Schmidt à saída da sua oficina de óptica em Mittweida (esquerda). Observatório (ca. 1920) (direita). Na imagem é visível um reflector Cassegrain e um telescópio horizontal.

Com o início da segunda guerra mundial, Schmidt foi preso e acusado de espionagem, tendo mesmo sido enviado para um campo de concentração. Após a sua libertação, permaneceu sob vigilância policial e o seu equipamento astronómico foi confiscado. Neste período tentou manter a oficina de óptica em funcionamento sem sucesso. Por volta de 1926 Schmidt vende a oficina e muda-se para Hamburgo. Começa a trabalhar no observatório de Bergedorf. O director do observatório, Richard Schorr, encarrega Schmidt da construção de diversos instrumentos, nomeadamente um telescópio horizontal munido de um celóstato. Em 1927 e 1929 participa em duas expedições para observar eclipses do Sol, organizadas pelo observatório de Hamburgo (norte da Suécia e Filipinas respectivamente). Durante a segunda expedição Schmidt revela a Walter Baade os planos para a construção de um novo tipo de telescópio dedicado à realização de observações fotográficas de grande campo. Surge assim a câmara de Schmidt (Figura 4).

A primeira câmara de Schmidt foi construída em 1930[1]. Este instrumento possuía um espelho de 44 cm e uma lâmina correctora de 36 cm ( $f/1,75$ ,  $7,5^\circ$  de campo) (Figura 4). Schmidt publica uma pequena descrição do telescópio (em alemão) e tenta divulgar este novo tipo de instrumento. Apesar dos seus esforços, a comunidade científica não reage e Schmidt não recebe qualquer encomenda por parte de observatórios profissionais. Em 1934 constrói uma segunda câmara de Schmidt e no mesmo ano corrige as superfícies ópticas do refractor fotográfico de 60 cm do observatório de Bergedorf.

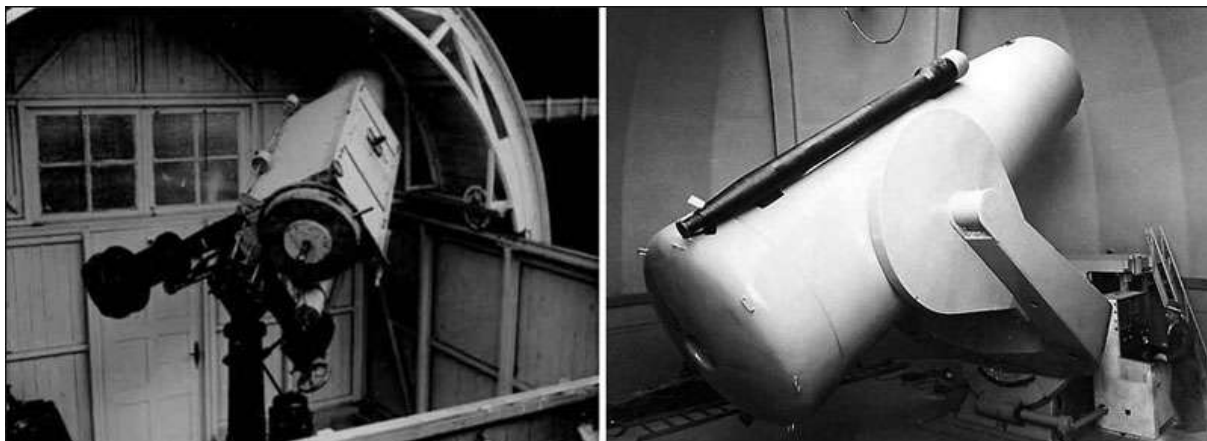


Figura 4- Primeira câmara de Schmidt construída em 1930 e câmara de Schmidt Samuel Oschin (48") do observatório do Monte Palomar (1948).

Em Novembro de 1935, após ter regressado de uma viagem a Leiden (Holanda), Schmidt adoece com uma pneumonia e morre em 1 de Dezembro do mesmo ano com apenas 56 anos de idade.

Após o seu desaparecimento, Walter Baader, que integrou a equipa do observatório do Monte Wilson em 1931, divulga de um modo generalizado o novo tipo de telescópio. Duas câmaras de Schmidt são construídas e instaladas no observatório do Monte Palomar em 1938 (18") e em 1948 (48") (Figura 5).

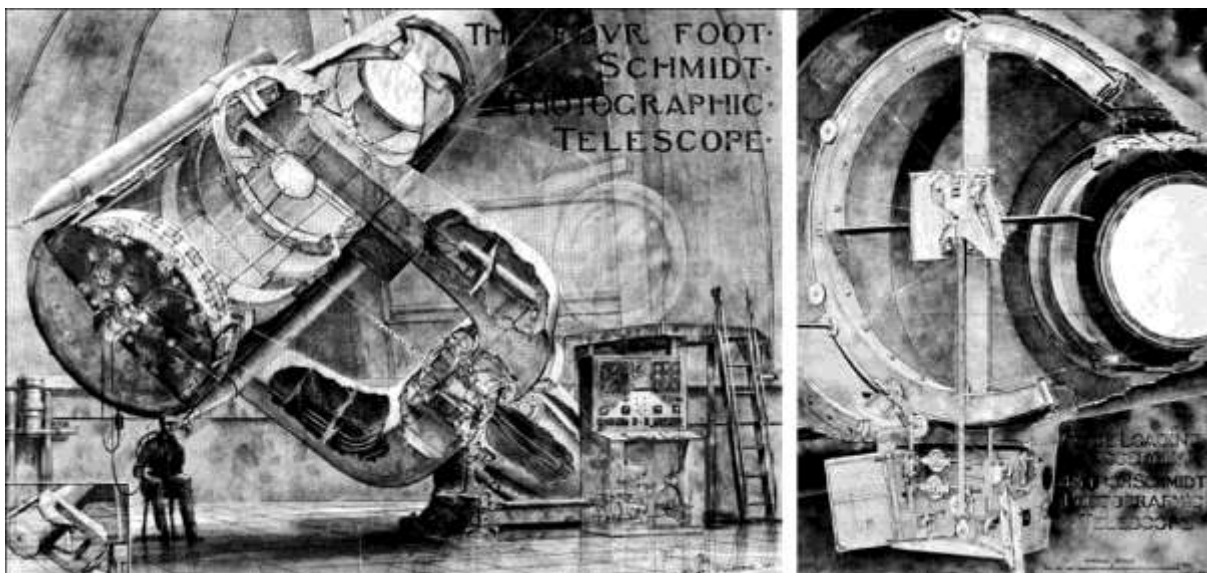


Figura 5- Câmara Schmidt do observatório do Monte Palomar. Desenho de R. W. Porter (1941).

A astrofotografia de grande campo sofreu um enorme impulso após a introdução da câmara de Schmidt. Schmidt construiu a primeira câmara 4 anos antes de falecer, não tendo portanto a percepção da importância do seu invento. O corrector óptico idealizado por Schmidt tem uma abertura inferior à do espelho primário, para receber feixes luminosos inclinados em relação ao eixo principal e garantir uma boa iluminação nos bordos do campo: Por isso, este tipo de instrumentos é referenciado recorrendo a três parâmetros (abertura da lente correctora, abertura do espelho primário e distância focal). A câmara Schmidt do observatório do Monte Palomar pode ser definida do seguinte modo 1250/1830/3070 (dimensões em mm).

A câmara de Schmidt Samuel Oschins iniciou em 1949 a realização de um atlas completo do céu utilizando chapas fotográficas sensíveis a dois comprimentos de onda distintos. O atlas foi completado em 1954 e a

magnitude limite atingida foi 21,1. Todas as imagens foram obtidas recorrendo à utilização de emulsões espectroscópicas da Kodak. As exposições efectuadas variaram entre 10 a 15 min (azul) e 40 a 60 min (vermelho). Em 1958 o Atlas foi completado até à Dec. de  $-33^{\circ}$ . Das 3240 imagens obtidas foram aproveitadas 1870 chapas fotográficas. As imagens originais têm uma dimensão de 350 x 350 mm contendo cerca de 550 milhões de estrelas e 100 milhões de galáxias. O POSS (Palomar Observatory Sky Survey) foi o primeiro atlas fotográfico do céu a ser tornado acessível a toda a comunidade científica. Cerca de 200 cópias das chapas originais foram distribuídas por inúmeras instituições astronómicas e o Atlas completo pode ser consultado através da internet. Em 1996 toda a informação contida no POSS foi publicada em 10 CD-Rom (com uma compressão de 100 para 1).

A região do céu não coberta pelo POSS foi complementada pela câmara Schmidt da ESO (European Southern Observatory). Em 1974 este instrumento tinha fotografado cerca de 600 campos distintos utilizando chapas Kodak IIa-O. Os resultados foram publicados em 1980.

Mais recentemente a câmara Schmidt do Monte Palomar iniciou em 1990 o POSS II utilizando chapas Kodak IIIaj e exposições de 60 a 90 min (emulsões hipersensibilizadas). Para esta nova tarefa a câmara foi completamente remodelada, tanto no que diz respeito à óptica (nova placa correctora) como à electrónica (guiagem automatizada).

A câmara de Schmidt é munida de uma lente especial de curvatura complexa (lente correctora de Schmidt) que tem por finalidade corrigir a aberração de esfericidade de um espelho esférico. A lente correctora é extremamente difícil de fabricar. É convergente na região central e divergente nas regiões periféricas. Ao atravessar esta lente correctora (montada no centro de curvatura), a luz, antes de ser reflectida pelo espelho primário, sofre uma aberração de esfericidade simétrica da do espelho o que resulta numa boa correcção. Trata-se de um instrumento fotográfico. A película fotográfica é moldada a uma superfície esférica colocado no plano focal do espelho primário (Figura 6).

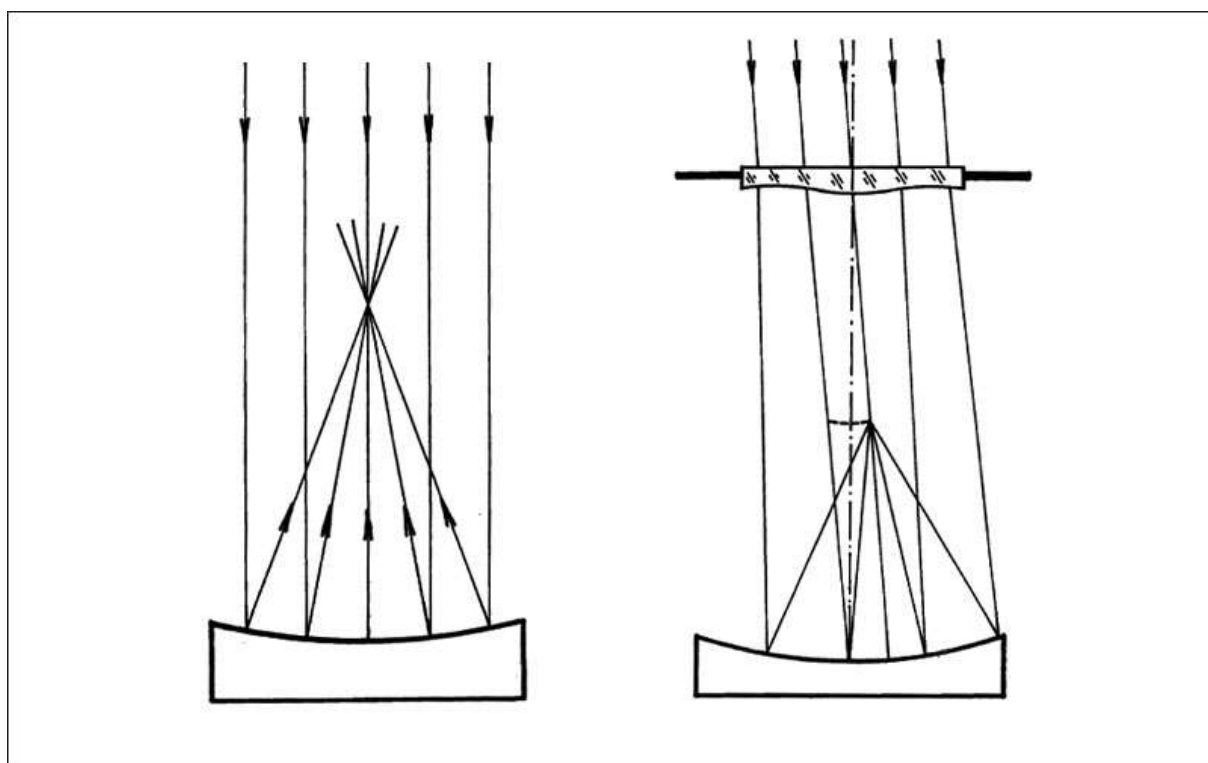


Figura 6- Telescópio reflector- espelho parabólico desprovido de aberração de esfericidade (esquerda) e câmara de Schmidt - espelho esférico munido de uma lâmina correctora no centro de curvatura (direita).

Ronald R. Willey Jr. demonstra em 1962 que era possível construir um telescópio visual e fotográfico colocando uma lente correctora mais próximo do espelho primário e instalando no centro da lente um espelho convexo hiperbólico idêntico ao usado nos telescópios de Cassegrain. Surge assim o telescópio Schmidt-Cassegrain que é produzido em massa a partir de 1970 (*Celestron*) (Figura 7).

Em 1936, Dimitri Maksutov (1896-1964) demonstra que é possível corrigir as aberrações de esfericidade e de coma de um espelho esférico utilizando uma lente com faces de curvatura esféricas (menisco ou lente correctora de Maksutov). Maksutov constrói o primeiro telescópio baseado nestas ideias em 1941 com apenas 10 cm de abertura  $f/8,5$ . A correcção das aberrações é excelente e consideravelmente melhor do que a registada nos sistemas Schmidt-Cassegrain (Figura 8).

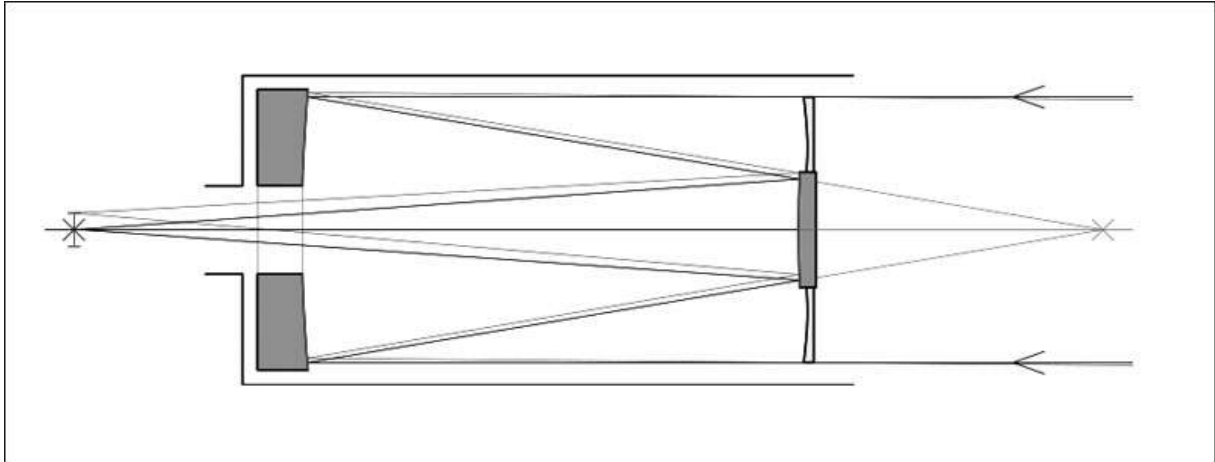


Figura 7- Representação esquemática de um telescópio Schmidt-Cassegrain.

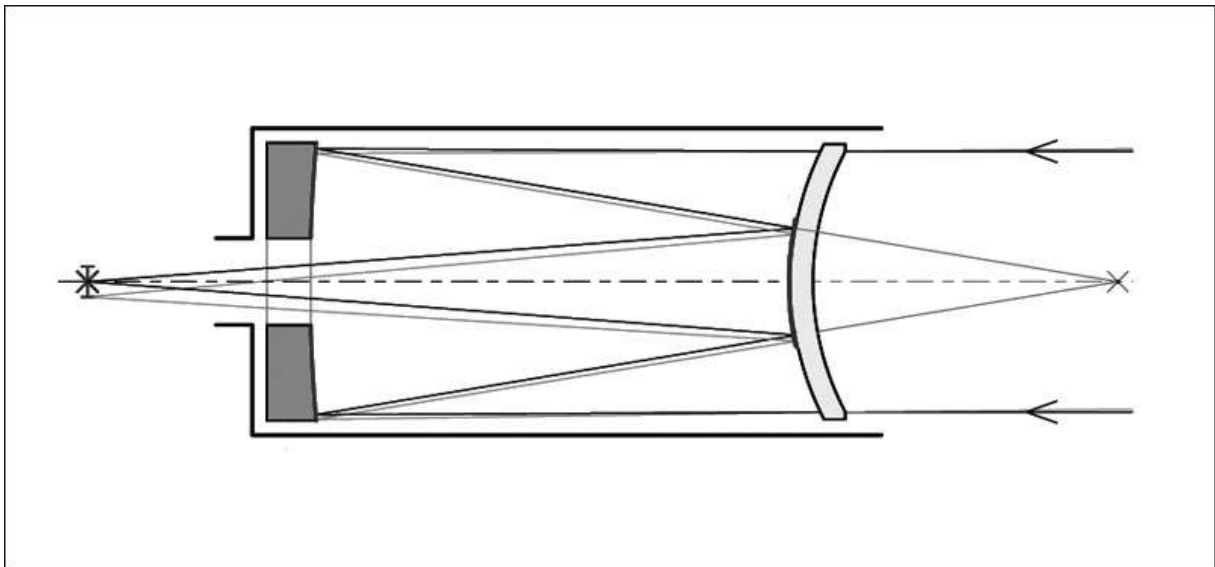


Figura 8- Representação esquemática de um telescópio Makutov-Cassegrain.

#### Bibliografia

- Mayall, N.U. (1946). Bernhard Schmidt and his coma-free reflector. *Publications os the Astronomical Society of the Pacific*, Vol. 58 (244): 282-290.
- Mürsepp, P-V. (1968) Bernhard Schmidt, remarquable opticien du XXe siècle. *L'Astronomie*, Vol.82: 275-283.
- Opik, E.J. (1955). Berhard Schmidt (1979-1935). *Irish Astronomical Journal*, Vol. 3 (8): 237-240.

<http://miguelclaro.com>



# GEORGE WILLIS RITCHEY (1864-1945), ASTROFOTÓGRAFO E CONSTRUTOR DOS GRANDES TELESCÓPIOS DO FUTURO

PEDRO RÉ

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

George Willis Ritchey foi um pioneiro da astrofotografia e da construção dos primeiros telescópios reflectores de grande abertura. As suas ideias visionárias nem sempre foram bem aceites pela comunidade científica da época. A sua vida e obra está intimamente ligada à do astrónomo George Ellery Hale (1868-1938) que esteve na base da criação dos observatórios de Lick, Monte Wilson e Monte Palomar. As relações entre ambos nem sempre foram pacíficas, tendo culminado com o despedimento de G.W. Ritchey do observatório de Monte Wilson em 1919. G.W. Ritchey é hoje sobretudo conhecido por ter idealizado e construído os primeiros telescópios reflectores Ritchey-Chrétien.

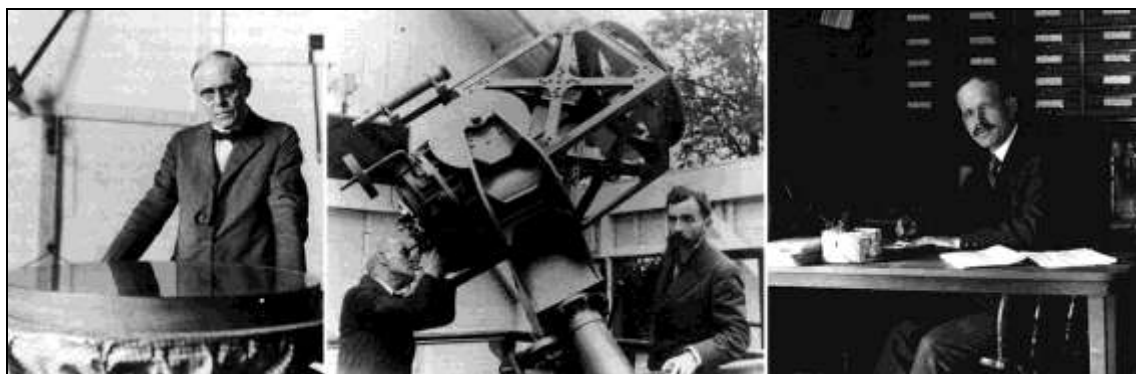


Figura 1- George Willis Ritchey (ca. 1927, esquerda, ca. 1930, centro com Henri Chrétien) e George Ellery Hale (ca. 1905, direita).

Ritchey nasceu no estado de Ohio durante o último ano da Guerra Civil Americana (1864) e morreu nos arredores da cidade de Los Angeles no final da 2ª guerra mundial (1945). Quando Ritchey nasceu o maior telescópio existente era o refractor Clark de 18,5" (47 cm) da Universidade do Mississippi mais tarde instalado no observatório de Dearborn (Northwestern University). No ano da sua morte o maior telescópio existente era o reflector de 5 m do observatório do Monte Palomar. Ritchey não construiu nenhum destes instrumentos mas participou na construção de diversos telescópios reflectores predecessores do reflector do observatório do Monte Palomar.

A família de G.W. Ritchey emigrou para os Estados Unidos em 1841. O avô e o pai de Ritchey (originários da Irlanda do Norte) estabeleceram-se em Pomeroy (Ohio) e fundaram uma empresa de fabrico de mobiliário. Ritchey cresceu e estudou em Pomeroy, Evansville, Indiana e em Cincinnati. Trabalhou com o seu pai como carpinteiro durante alguns anos. Frequentou a Universidade de Cincinnati durante apenas dois anos e trabalhou no observatório desta Universidade como assistente de observação. Durante este período teve acesso aos trabalhos de Henry Draper (1837-1882) e Andrew Ainslie Common (1841-1903) sobre a construção de telescópios reflectores e criou a sua própria oficina de óptica. Construiu os primeiros instrumentos de observação isoladamente como autodidata. Mudou-se para Chicago em 1888. Pouco tempo depois ocupa o cargo de professor numa escola Técnica local.

Ritchey contacta pela primeira vez G.E. Hale em 1890. Hale, quatro anos mais novo do que Ritchey, interessou-se desde cedo pela "nova astronomia". Fundou um observatório privado com fundos próprios (observatório de Kenwood) nos subúrbios de Chicago (Figura 2). Realizou numerosas observações solares utilizando um refractor de 30 cm e um espectrógrafo de alta resolução (mais sofisticado do que o existente no observatório de Lick na época). A tese de final de curso de Hale, relacionada com astrofísica solar, foi efectuada sob a supervisão de Edward C. Pickering (1846-1919). G. Ritchey realizou diversos trabalhos de óptica encomendados por Hale e ofereceu-se para desempenhar funções de observador voluntário no observatório de Kenwood.

Em 1892, G. Hale é nomeado Professor associado da Universidade de Chicago com apenas 24 anos de idade. Desenvolve trabalho com estudantes graduados no observatório de Kenwood e faz os contactos necessários para

iniciar a construção de um observatório que incluiria o maior telescópio refractor do mundo. O financiamento para a construção deste telescópio foi disponibilizado por Charles T. Yerkes. O telescópio que viria a equipar o observatório de Yerkes foi construído por Alvan G. Clark (objectiva de 40") e pela firma Warner & Swasey (montagem equatorial). Hale e Ritchey já estavam nesta altura (1897) convictos que os telescópios reflectores e não os refractores seriam os instrumentos do futuro.

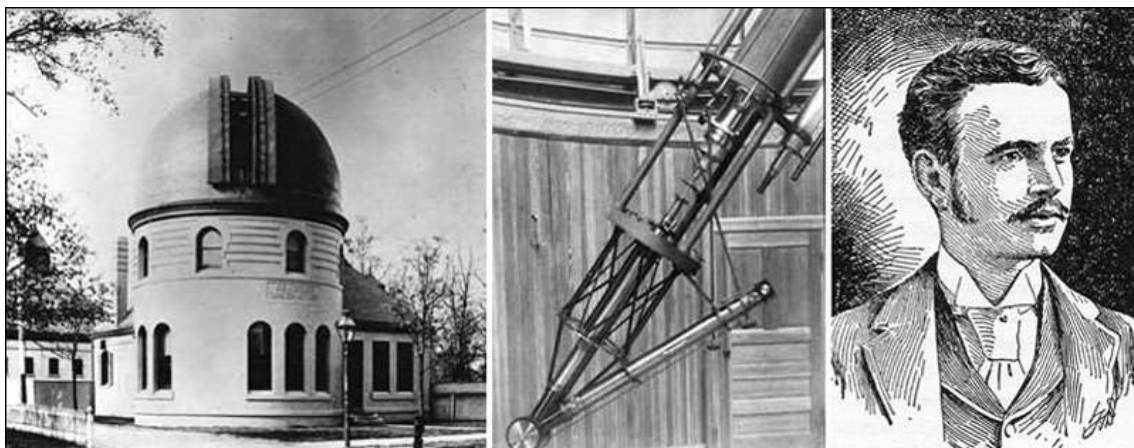


Figura 2- Observatório de Kenwood, espectrógrafo associado ao telescópio refractor de 30 cm de abertura e G.E. Hale com 20 anos de idade (1888).

Durante o período em que o telescópio de 40" estava a ser construído, Hale adquire com fundos próprios, uma bolacha de vidro com 60" (1,52 m) de diâmetro com o intuito de vir mais tarde a construir o maior reflector existente. As negociações para a compra do espelho foram efectuadas por Ritchey junto da firma francesa (St. Gobain Glass Company).

Em 1896, Ritchey encontra-se a trabalhar exclusivamente para G. Hale (com o salário pago pelo pai de Hale, William E. Hale). Quando o telescópio de 40" foi inaugurado em 1897 (Figura 3), Ritchey estava já a trabalhar na construção do espelho de 60".



Figura

3- Observatório de Yerkes e telescópio refractor de 40".

Ritchey a partir de 1900 realizou numerosas fotografias da Lua, enxames estelares e nebulosas com o refractor de 40". Reconheceu desde cedo a importância de uma boa guiagem e foi pioneiro na utilização de filtros amarelos e de chapas ortocromáticas para obviar os efeitos da elevada aberração cromática exibida por este tipo de instrumentos (telescópios refractores acromáticos). As astrofotografias obtidas com este tipo de técnicas revelaram-se muito superiores às obtidas recorrendo a chapas mais sensíveis na região azul do espectro electromagnético e ao uso de uma terceira lente correctora colocada antes da objectiva principal. Os refractores deste período estavam sujeitos a problemas de flexão do tubo que dificultavam sobremaneira a realização de astrofotografias de longa pose. Ritchey desenvolve ainda um porta-chapas especial que podia ser movimentado segundo dois eixos, minimizando deste modo os erros da guiagem. Desenvolve igualmente um sistema que lhe

permitia interromper as exposições nos períodos de maior turbulência atmosférica (recorrendo a um obturador colocado antes da objectiva principal que era operado por um assistente).

Estas técnicas foram descritas de um modo pormenorizado numa publicação em 1900<sup>9</sup>:

(...)

*The guiding device or sliding plate-carrier for long exposures is somewhat similar to that described by Dr. Common in Monthly Notices, 49, 207; it was constructed in a very perfect manner by Mr. Johannesen, the observatory instrument maker. The plate-holder is carried on two slides, at right angles to each other, and is movable by two fine screws, the milled heads of which are held in the observer's fingers. A guiding eyepiece giving a power of 1000 diameters with the 40-inch telescope is mounted on the frame to which the plate-holder is rigidly attached; the eyepiece can be moved in two directions on this frame, so that a suitable guiding star near the edge of the plate can be found. Fine "cross-wires" of silk fiber are illuminated by red light from a small incandescent lamp mounted at the side of the eyepiece, the light being controlled by a rheostat. A light flap is arranged so that it can be turned down instantly over the plate if anything goes wrong. By this simple arrangement the full power of the 40-inch telescope is used in guiding (...). Even under the best conditions incessant small movements of the image, due chiefly to the atmosphere, but partly to the instrument, render necessary continual guiding by means of the two screws which move the plate holder (...). The plate-holder is so light, and the slides and screws are so well made, that guiding in this way can be accomplished with great delicacy and quickness, as compared with what could be done if the usual method of moving the entire telescope by means of the slow motions were employed; this will be readily appreciated when I state that on average no less than sixty movements of the screws per minute are necessary, even under the best atmospheric conditions (...). Experience has shown that to obtain the sharpest results and the roundest possible star-images the observer must not take his eye from the guiding eyepiece nor his fingers from the screw for an instant without first turning down the flap of the plate; this is done even when the observer moves his chair and when the assistant is changing the height of the elevating floor. The flap is very useful also when sudden disturbances of any kind occur, such as those due to the slight shifting of the objective in its cell, the slight jar caused by the longitudinal slipping of the declination axis in its sleeve, and sudden blurring of the image due to atmospheric causes (...). In spite of several objections, the use of the sliding plate-holder in guiding seems indispensable with the very large photographic telescopes, if the sharpest possible results are to be secured. With the 40-inch it would certainly be impossible to guide properly if the entire mass of the telescope had to be moved by means of the slow motions, however perfect. Furthermore, the problem of mounting side by side, for example, two 40-inch objectives – a photographic and a visual for guiding – with stability in their cells that there would be no relative shift of the two sufficiently large to produce a sensible change in the relative position of the photographic and guiding images at the eye-end, 63 feet away, would present very seriously if not insurmountable difficulties.*

Ritchey obteve astrofotografias de longa pose (várias horas) por vezes ao longo de duas noites de observação (deixando a chapa fotográfica no interior do porta-chapas). Estas fotografias de enxames globulares e nebulosas constituem os melhores resultados obtidos no início do século 20 (Figura 4).

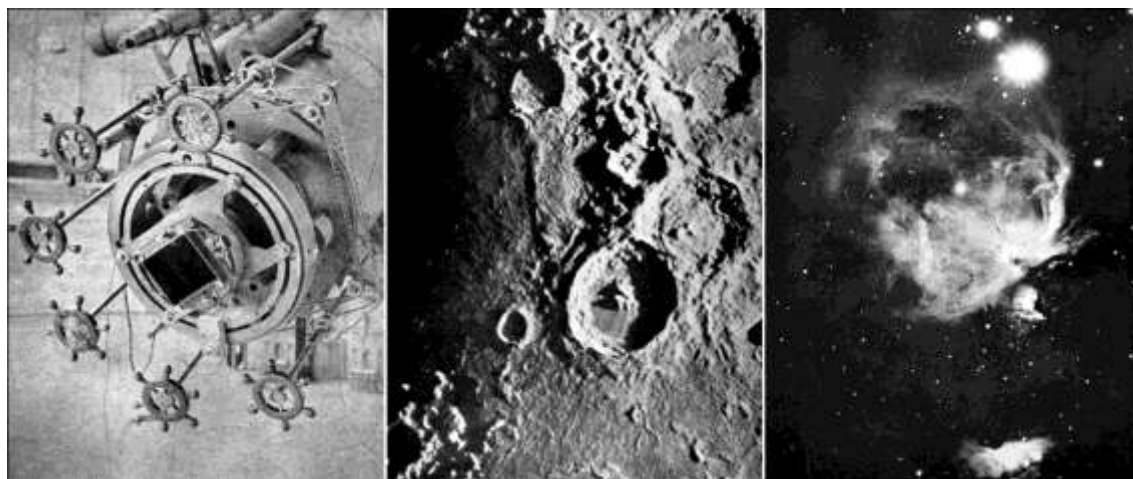


Figura 4- Porta-chapas do telescópio refractor de 40" do observatório de Yerkes. Imagens da Lua e da nebulosa M 42 obtidas por G.W. Ritchey com o auxílio deste instrumento.

<sup>9</sup> Ritchey, G.W. (1900). Celestial photography with the 40-inch visual telescope of the Yerkes observatory. *Astrophysical Journal*, vol. 12: 352-361.

Em 1901, Ritchey constrói no observatório de Yerkes, o primeiro telescópio reflector profissional com 24" (61 cm) de abertura  $f/4$ . O espelho tinha sido construído em Chicago quando Ritchey ainda se encontrava a trabalhar para G.E. Hale. A montagem equatorial alemã não foi idealizada por Ritchey e deste modo não inclui quaisquer elementos inovadores (Figura 5). Com o auxílio deste instrumento, Ritchey obtém astrofotografias de longa pose de nebulosas muito superiores às obtidas como auxílio do reflector de Crossley do observatório de Lick (36"  $f/5.7$ )<sup>10</sup>.

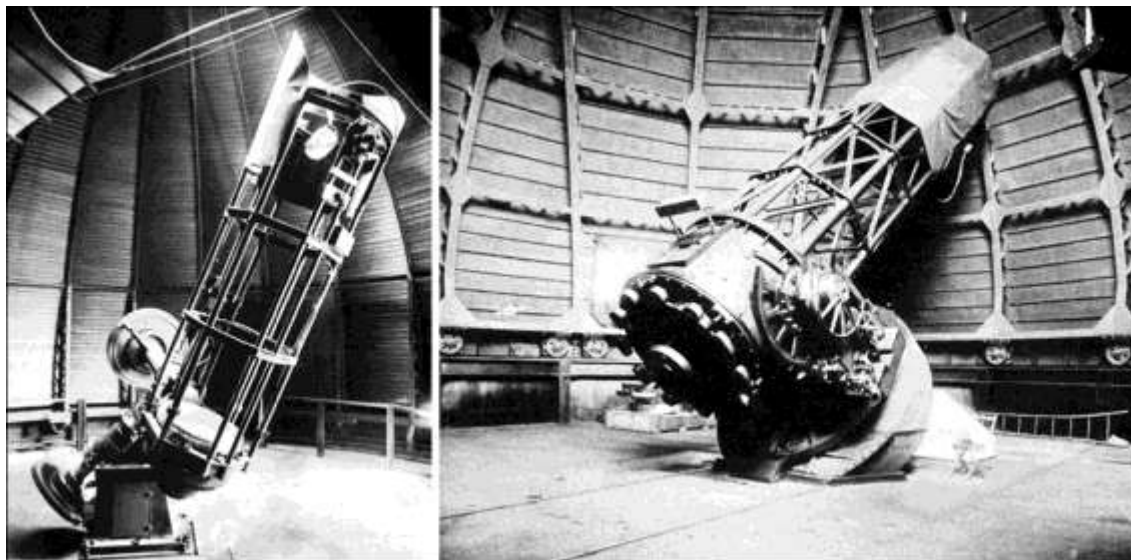


Figura 5- Telescópio de 24"  $f/4$  (ca. 1900, esquerda) e de 60"  $f/5$ ,  $f/15$  (ca. 1908, direita) do observatório de Yerkes e do Monte Wilson respectivamente.

As astrofotografias de Ritchey foram exibidas por G.E. Hale numa reunião da "Astronomical and Astrophysical Society" que teve lugar em Washington no final de 1901. Ritchey a convite de Samuel Pierpont Langley (1834-1906), secretário da "Smithsonian Institution", publica em 1904 um extenso trabalho (51 páginas) intitulado "*On the Modern Reflecting Telescope and the Making and Testing of Optical Mirrors*"<sup>11</sup>. Este trabalho torna-se rapidamente numa referência essencial para todos os construtores de superfícies ópticas. No mesmo ano publica uma selecção das suas melhores fotografias obtidas no observatório de Yerkes<sup>12</sup>.

G.E. Hale após ter finalizado a construção do observatório de Yerkes começa a planear (após o falecimento do seu pai em 1898) a instalação de um observatório solar na Califórnia. Originalmente Hale tencionava utilizar o espelho de 60", que estava a ser finalizado por Ritchey, neste novo observatório no intuito de comparar o espectro solar com os espectros de diversas estrelas. Nasce assim o observatório do Monte Wilson e em 1905, Hale instala o telescópio solar horizontal ("Snow") com 24" de abertura  $f/30$  da autoria de Ritchey. O celóstato utilizado neste observatório solar foi igualmente construído por Ritchey (Figura 6).

Os primeiros planos para a construção do telescópio reflector de 60" foram publicados por Ritchey em 1901<sup>13</sup> quando se encontrava ainda no observatório de Yerkes. Estes planos incorporavam já alguns elementos inovadores, como o sistema de flutuação do espelho descrito em 1897<sup>14</sup>. Este telescópio foi instalado no observatório do Monte Wilson em 1908 (Figura 5). Tratava-se de um novo conceito de telescópio muito avançado para a época. Podia ser utilizado no foco Newton ( $f/5$ ) ou no foco Cassegrain ( $f/15$ ), ou ainda no foco Coudé (Figura 7). A cúpula foi concebida para maximizar a circulação de ar e deste modo minimizar os fenómenos de turbulência. Ritchey chegou a prever a utilização de um sistema de refrigeração para poder manter os espelhos a uma temperatura idêntica à temperatura ambiente durante o período de observação, sistema que não chegou a

<sup>10</sup> Este telescópio reflector de 36" (915 mm)  $f/5.7$ , foi construído pelo astrónomo amador inglês Andrew Ainslie Common (1841-1903) em 1876 e foi utilizado por J.E. Keeler (1857-1900) para obter um elevado número de astrofotografias de objectos do céu profundo num período de apenas 2 anos.

<sup>11</sup> Ritchey, G.W. (1904). *Smithsonian Contributions to Knowledge*, Vol. 34: 1-51.

<sup>12</sup> Ritchey, G.W. (1904). *Astronomical Photography with the Forty-inch Refractor and the Two-Foot Reflector of the Yerkes observatory. Publications Yerkes Observatory*, 2: 387-398.

<sup>13</sup> Ritchey, G.W. (1901). The two-foot reflector telescope of the Yerkes observatory. *Astrophysical Journal*, 14 (4): 217-233.

<sup>14</sup> Ritchey, G.W. (1897). A Support System for Large Specula. *Ap. J.*, 5: 143-147.

ser instalado. Este instrumento foi um enorme sucesso<sup>15</sup>. Ritchey obteve inúmeras fotografias da Lua e enxames de estrelas (foco Cassegrain) e de nebulosas (foco Newton) com um pormenor nunca antes registado. Estas fotografias foram pela primeira vez exibidas na reunião da "International Union for Cooperation on Solar Research" organizada por Hale em 1910. Os astrónomos que participaram nesta reunião puderam utilizar o telescópio visualmente durante 3 noites.

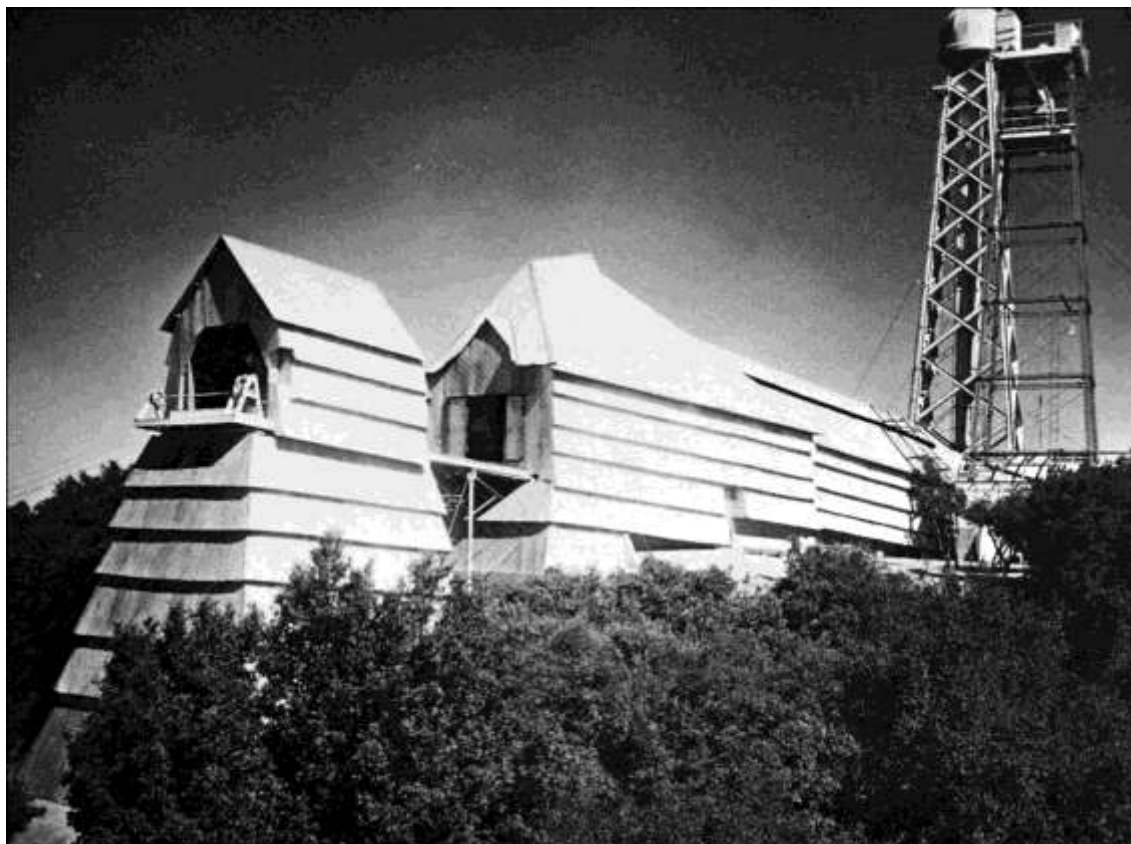


Figura 6- Telescópio solar "Snow", observatório de Monte Wilson (ca. 1905).

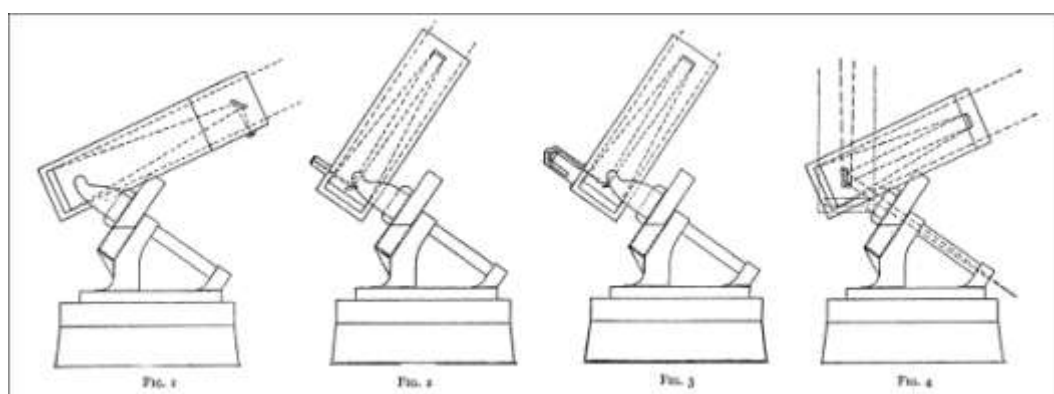


Figura 7- Telescópio reflector 60"  $f/5$ ,  $f/15$ , Observatório de Monte Wilson: 1- Foco Newton 7,6m; 2- Foco Cassegrain 30,5m; 3- Foco Cassegrain, espectroscopia 24,4m; 4- Foco Cassegrain-Coudé 45,4m.

Ritchey concebe um novo porta-chapas para o telescópio de 60" descrito pormenorizadamente numa publicação em 1909<sup>16</sup>.

<sup>15</sup> Ritchey, G.W. (1909). The 60-inch reflector of the Mount Wilson Solar Observatory. *Contributions of the Mount Wilson Solar Observatory*, No 36: 71-82.

<sup>16</sup> Ritchey, G.W. (1910). On some methods and results in direct photography with the 60-inch reflecting telescope of the Mount Wilson Solar Observatory. *Contributions of the Mount Wilson Solar Observatory*, No 47: 283-292.



*The new plate-carrier (...) takes plates 3 ½ inches (89 mm) square. This small size is chosen because it allows the guiding eyepiece to be near the center of the field. It includes a clear field about 36 minutes of arc square, and fully covers all of the central region which is free from objectionable distortion. A second guiding eyepiece is also used, the two being on opposite sides of the center. Each gives a magnification of about 750 diameters. This allows any slight rotation of the field to be detected immediately; such rotation is corrected by rotating the bronze plate which carries the guiding eyepieces and plate-holder; two fine screws with graduated heads are provided for effecting this rotation. The small metal plate-holder, which is shown in place on the apparatus, is so designed that it can be quickly removed and replaced as frequently as desired during long exposures, thus allowing access to the focal plane for the purpose of refocusing by means of the knife-edge. The position of the plate-holder is defined by small hardened steel surfaces so that when replaced it returns accurately to its original position with reference to the guiding eyepieces. With the small apparent change of focus which takes place since the canopy has been in use, it is found that refocusing every 25 or 30 minutes in the early part of the night, and every 40 or 45 minutes after 11:00 P.M., is usually sufficient. With the new plate-carrier, all of the uncertainties which usually occur in making long exposures with very large telescopes are eliminated. A plate can be exposed night after night, if desired, with the assurance that no error in focus greater than one or two thousandths of an inch can occur, and that no rotation of field can take place without immediately being detected and corrected. Both of these conditions are absolutely necessary for the finest results with an instrument so powerful and sensitive as the 60-inch. With these conditions no injury or elongation of the star-images or nebular details can occur and the full effect of the prolonged exposure is secured. All of the negatives which have been secured with the new plate-carrier show perfectly round star-images. On the best negatives, with exposures of eleven hours, the smallest star-images are 1.03" in diameter.*

Obteve com este instrumento astrofotografias de elevada qualidade ao longo de várias noites de observação recorrendo à utilização de chapas fotográficas com um grão fino, menos sensíveis mas com uma melhor resolução (Seed 23)<sup>17</sup> (Figuras 8, 9, 10, 11).

Em 1910, G.E. Hale planeia a construção de um telescópio reflector de 100" (2,52m) com fundos disponibilizados por John D. Hooker que viria a dar o nome ao telescópio. O espelho foi comprado à mesma firma francesa que fabricou o espelho de 60" (St. Gobain Glass Company). Os primeiros espelhos fabricados por esta firma continham inúmeras bolhas de ar e foram rejeitados. Após vários anos de espera Ritchey resolve trabalhar no primeiro espelho enviado para a oficina de óptica do observatório do Monte Wilson.

Os telescópios reflectores de 60" e de 24" apresentavam uma aberração comática considerável. Ritchey verificou que esta aberração era muito mais pronunciada no foco Newton do reflector de 60" do que no foco Cassegrain. Pensava que o espelho secundário hiperbólico era responsável por esta redução da aberração. Pediu a Henri Chrétien, astrónomo francês que se encontrava a efectuar um estágio no observatório, para calcular um espelho secundário que minimizasse o efeito de coma. Chrétien, matemático e especialista em óptica teórica, cedo compreendeu que os espelhos primário e secundário tinham que ser refigurados. Nasce assim o telescópio reflector Ritchey-Chrétien que consiste numa modificação do telescópio Cassegrain em que os espelhos primário e secundário são hiperbólicos de revolução. Ritchey pretendia construir o telescópio de 100" com esta configuração. Esta pretensão não foi aceite por Hale e por Walter Sydney Adams (1876-1956) que viria a suceder a Hale na direcção do observatório. Estes astrónomos estavam mais interessados em utilizar o telescópio Hooker em estudos de espectroscopia e por este motivo não permitiram que Ritchey construísse o primeiro Ritchey-Chrétien. A insistência de Ritchey junto do J.D. Hooker fez com que Hale perdesse a confiança no seu trabalho. É acusado de comportamento desleal sendo despedido por Hale em 31 de Outubro 1919. Antes de ser afastado do observatório de Monte Wilson, Ritchey finaliza a óptica do telescópio de 100" em 1918<sup>18</sup>.

Ritchey nunca chegou a utilizar o telescópio de 100". Após o seu despedimento retira-se para o seu rancho em Azusa dedicando-se à cultura de laranjas e limões durante 4 anos e meio. Em 1923 um engenheiro francês e a sua mulher (Assan e Mary Dina) contratam-no para construir o maior telescópio existente com um espelho de 104" (2,65m). Ritchey viaja até França em 1924, começa a trabalhar na oficina de óptica do observatório de Paris e faz planos para a construção de espelhos de 5 e 6m. Com o falecimento de Dina em 1928 o projecto inicial não passa do papel. Ritchey passa sete anos em Paris com o intuito de planejar a construção dos maiores telescópios do mundo. Idealiza os espelhos celulares que viriam mais tarde a ser instalados no telescópio de 5m do Monte Palomar. Em 1927 descreve os planos para a construção de um telescópio de 10m de abertura numa ilha do Pacífico. Descreve inúmeros telescópios verticais com espelhos intermutáveis de abertura elevada. Um destes planos previa a utilização de 3 espelhos de 4m de diâmetro que podiam ser utilizados segundo três configurações (Cassegrain, Ritchey-Chrétien e Schwarzschild). Os espelhos do celóstato tinham um diâmetro de 5m. Num estudo subsequente (1928) idealiza a construção de um telescópio vertical fixo com quatro espelhos de 5m (dois

<sup>17</sup> Ritchey, G.W. (1910). On some methods and results in direct photography with the 60-inch reflecting telescope of the Mount Wilson Solar Observatory. *Contributions of the Mount Wilson Solar Observatory*, No 47: 283-292.

<sup>18</sup> A correcção dos espelhos só foi suplantada pelo telescópio reflector do observatório de Kitt Peak nos anos 60 do século 20.

Schwarzschild e dois Ritchey-Chrétien) (Figura 12). Projecta igualmente um telescópio Ritchey-Chrétien numa montagem equatorial de garfo (Figura 13).



Figura 8- M3. Imagem obtida por G.W. Ritchey em 9 de Abril de 1910 com o telescópio reflector de 1,52m do observatório do Monte Wilson, 3,5h de exposição.



Figura 9- M13. Imagem obtida por G.W. Ritchey em 6, 7 e 8 de Junho de 1910 com o telescópio reflector de 1,52m do observatório do Monte Wilson, 11h de exposição.



Figura 10- M51. Imagem obtida por G.W. Ritchey em 7 e 8 de Abril de 1910 com o telescópio reflector de 1,52m do observatório do Monte Wilson, 10h 45m de exposição.



Figura 11- M81. Imagem obtida por G.W. Ritchey em 1917 com o telescópio reflector de 1,52m do observatório do Monte Wilson, 3h de exposição.



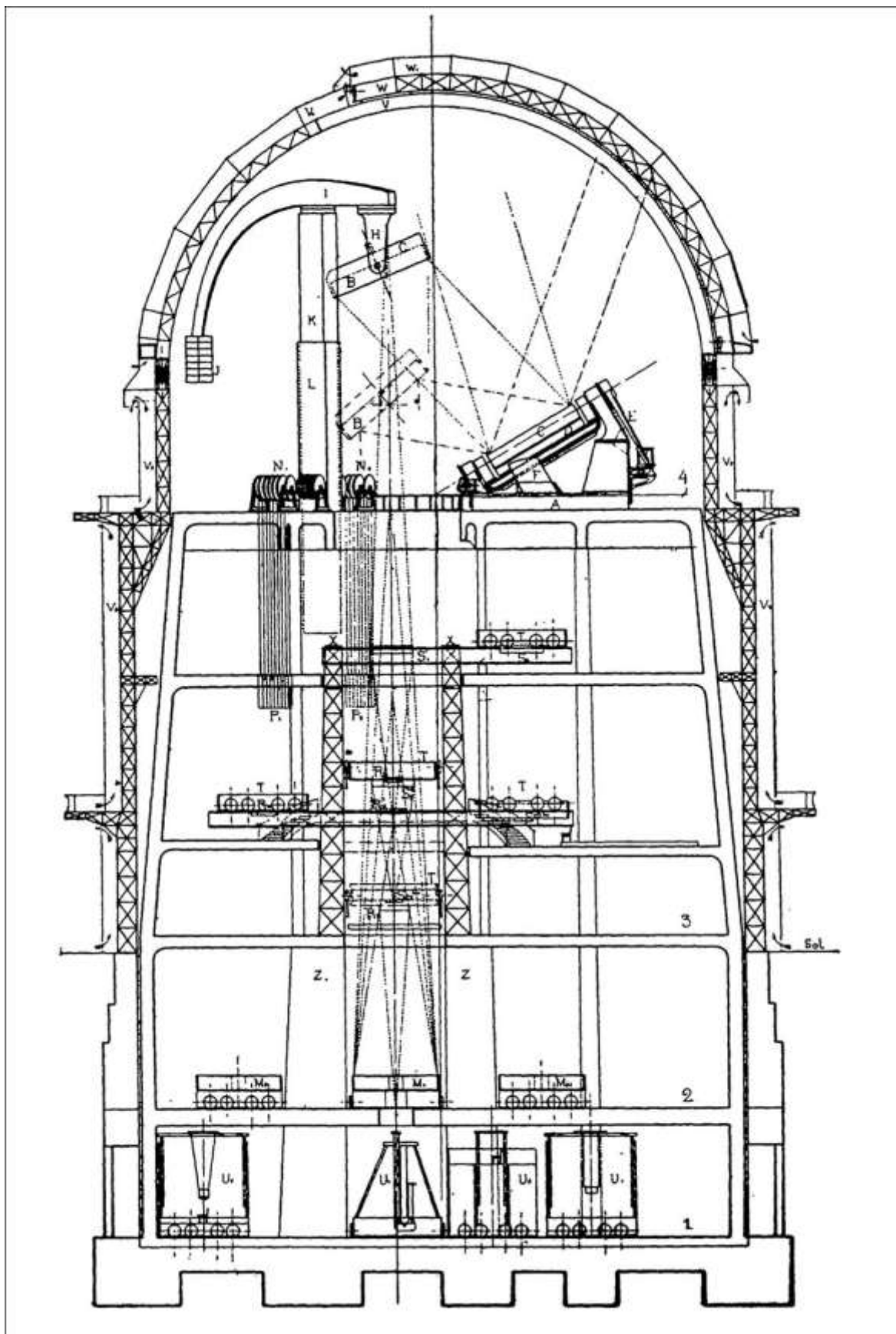


Figura 12- Telescópio vertical fixo idealizado por G.W. Ritchey munido de espelhos primários de 5m e espelhos de 6m que equipavam o celóstato.

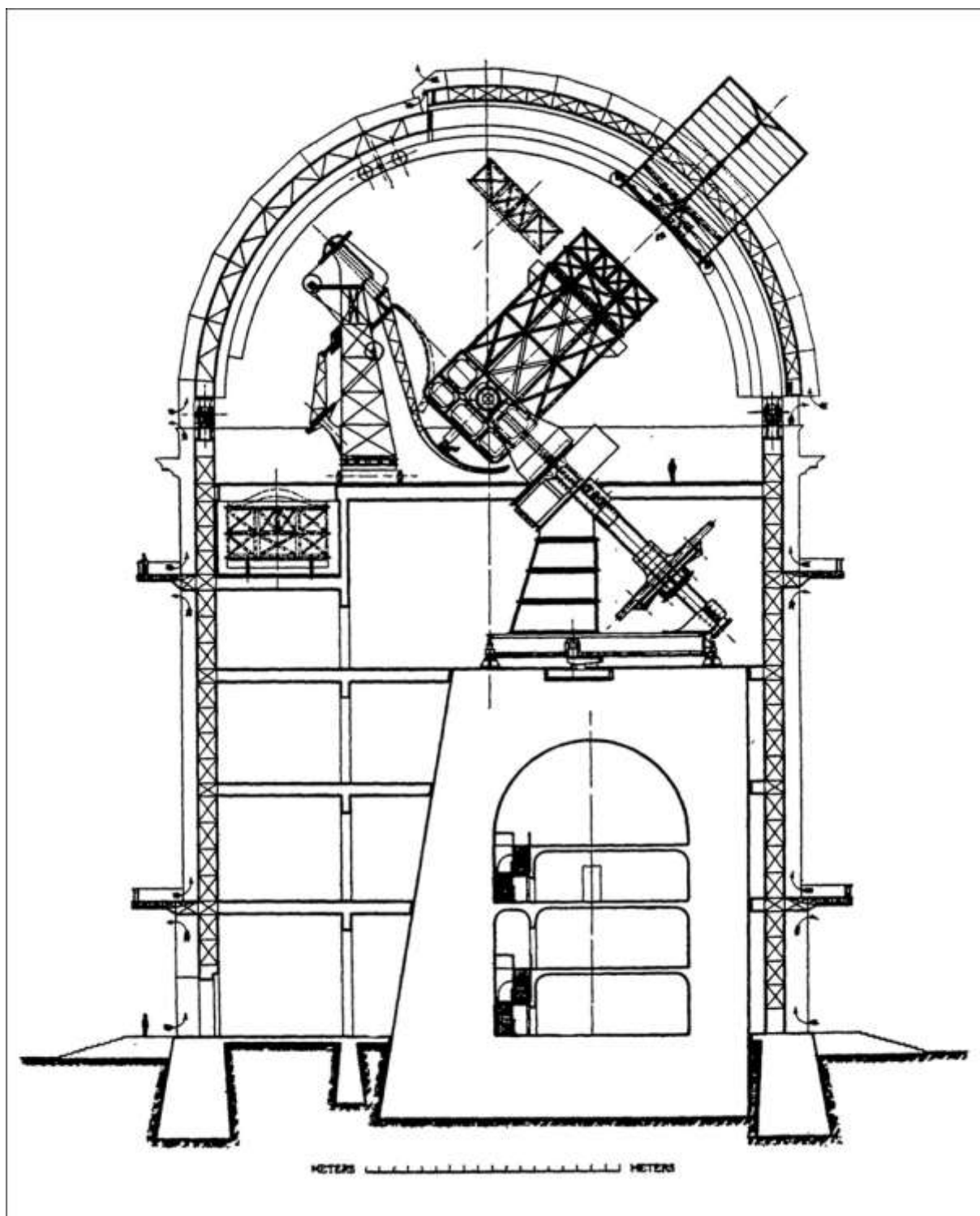


Figura 13- Telescópio reflector Ritchey-Chrétien de 6m de abertura, montagem equatorial de garfo.

Em França, Ritchey constrói finalmente o primeiro telescópio Ritchey-Chrétien. Este reflector com apenas 50 cm de abertura é exibido em 1927 na Academia de Ciências em Paris. Ritchey tencionava utilizar este instrumento para obter fotografias de longa pose e deste modo convencer a comunidade científica das vantagens desta configuração. O telescópio foi montado num local pouco adequado e a idade avançada de Ritchey (62) não lhe permitiu obter quaisquer resultados relevantes. Em 1928, escreve uma série de artigos que foram publicados em revistas francesas (*L'Astronomie*<sup>19</sup>) e canadianas (*Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*<sup>20</sup>). Estes artigos foram publicados unicamente devido aos esforços de alguns astrónomos como E.M. Antoniadi (1870-

<sup>19</sup> Ritchey (1928), *L'Astronomie*, n 42.

<sup>20</sup> Ritchey (1928/1929), *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, n 22, n 23.

1944). Após o despedimento do observatório de Monte Wilson, Hale e Adams opuseram-se de um modo determinado à publicação das ideias de Ritchey em revistas americanas. Algumas destas ideias foram publicadas em livro em 1929<sup>21</sup>.

Ritchey regressou aos Estados Unidos em Dezembro de 1930. Consegue finalmente construir um telescópio Ritchey-Chrétien com 40" (1m) de diâmetro que é instalado em 1934 no observatório Naval americano. Foi o primeiro instrumento deste tipo a ser utilizado regularmente. Inicialmente instalado em Washington foi mais tarde transportado para a estação do observatório naval no Arizona (Flagstaff) em 1955. O espelho primário original de pyrex foi substituído em 1969 por um novo espelho de quartzo fundido (Figura 14).

As ideias visionárias de Ritchey são hoje amplamente reconhecidas. A grande maioria dos grandes telescópios actuais são telescópios Ritchey-Chrétien.



Figura 14- Telescópio Ritchey-Chrétien (1m), US Naval Observatory, Flagstaff Station.

#### Bibliografia

- Ritchey, G.W. (1900). Celestial photography with the 40-inch visual telescope of the Yerkes observatory. *Astrophysical Journal*, vol. 12: 352-361.
- Ritchey, G.W. (1901). The tow-foot reflector telescope of the Yerkes observatory. *Astrophysical Journal*, 14 (4): 217-233.
- Ritchey, G.W. (1909). The 60-inch reflector of the Mount Wilson Solar Observatory. *Astrophysical Journal*, 36: 71-82.
- Ritchey, G.W. (1910). On some methods and results in direct photography with the 60-inch reflecting telescope of the Mount Wilson Solar Observatory. *Contributions of the Mount Wilson Solar Observatory*, No 47: 283-292.
- Ritchey, G.W. (1928). The modern photographic telescope and the new astronomical photography. Part I- The fixed universal telescope. *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, 12 (5): 159-177.
- Ritchey, G.W. (1928). The modern photographic telescope and the new astronomical photography. Part II-The Ritchey-Chrétien Reflector. *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, 12 (6): 207-230.
- Ritchey, G.W. (1928). The modern photographic telescope and the new astronomical photography. Part III-The Ritchey-Chrétien Aplanatic Reflector. *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, 12 (8): 303-324.
- Ritchey, G.W. (1928). The modern photographic telescope and the new astronomical photography. Part IV- Astronomical photography with very high powers. *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, 12 (9): 359-382.
- Ritchey, G.W. (1929). The modern photographic telescope and the new astronomical photography. Part V-The new astronomical photography. *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, 23: 15-36.
- Osterbrock, D.E. (1993). *Pauper & Prince. Ritchey, Hale & big American telescopes*. The Universe of Arizona Press.
- Osterbrock, D.E. (1993). The Canada-France-Hawaii Telescope and George Willis Ritchey's Great Telescopes of the Future. *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, 87 (1): 51-63.

<sup>21</sup> Ritchey, G.W. (1929). *L'Évolution de l'Astrophotographie et les Grands Télescopes de L'Avenir*. Société astronomique de France.

# MITOS DE ASTRONOMIA (parte 1)

Jorge Oliveira

(aluno da Escola Secundária com 3º ciclo do ensino básico de Coruche)

[Jorge.oliveira\\_15@hotmail.com](mailto:Jorge.oliveira_15@hotmail.com)

Neste artigo vou falar da associação que se faz entre as constelações que povoam o nosso céu e os mitos da Antiguidade, carregados de saber e de encanto. Irei também fazer referência a aspectos interessantes a observar nas constelações que aqui mencionarei.

Nos dias que correm, assistimos à diminuição progressiva de locais onde a febre da iluminação ainda não foi alcançada. Contudo, embora esses locais sejam cada vez mais raros de encontrar, podemos aí saborear a verdadeira sensação de observar o céu nocturno, na sua pureza total. Qualquer bom apreciador da Natureza vê, nestes locais, uma oportunidade para uma contemplação profunda desta beleza natural, que é o céu nocturno. E, nestas ocasiões únicas, basta ao observador em questão sentir, com fé, a maravilha inigualável que é observar a esfera celeste.

E é por isso que, por vezes, ao observar o céu e todas as suas estrelas, sentimos vontade de unir várias estrelas umas às outras, de modo a formar certos padrões e imagens. É um exercício que nos permite melhor perceber o que acontecia com os nossos antepassados. Antigamente, à semelhança do que acontece hoje em dia nos locais pouco ou nada iluminados, observar o céu era um passatempo agradável. Mas faltava um ingrediente fundamental, para tornar este passatempo agradabilíssimo: os mitos e as lendas da Antiguidade. Por isso os mais novos reuniam-se à volta dos mais velhos, que lhes contavam as lendas e os mitos do seu povo. Com o tempo, os povos antigos foram criando padrões de estrelas no céu, com o objectivo de elogiar os seus costumes, heróis e outras figuras mitológicas. E assim, a esfera celeste ficou, de repente, polvilhada de constelações.

E verdade seja dita: se observar o céu nocturno e as suas estrelas e constelações é fascinante, agora juntem-se-lhe os mitos e lendas da Antiguidade... e verá como se torna ainda mais fascinante, mais belo e mais completo.

Neste artigo falarei apenas de quatro mitos/lendas relacionados com várias das constelações que podemos observar numa noite de céu estrelado. Certamente teria imenso prazer em falar de muitas mais, mas, por razões de espaço, não o farei.

## **ANDRÓMEDA**

Situada a Sul da Cassiopeia, entre o Pégaso e o Perseu, Andrómeda é uma constelação que teve origem na mitologia grega. Neste mito são referidas outras constelações relacionadas com ele, como a Cassiopeia, Cefeu, Perseu e Baleia.

Segundo essa lenda, Cassiopeia era rainha e mulher do rei Cefeu. Juntos, reinavam no então chamado reino da Etiópia (note-se que esta Etiópia é lendária e não coincide com o actual país, do mesmo nome, sendo que este reino incluía territórios que constituem, nos nossos dias, Israel, Jordânia e Palestina). Juntos tiveram uma filha, de seu nome Andrómeda. Cassiopeia, que era mãe de Andrómeda, era uma mulher muito bela, mas tinha um grande defeito: era muito vaidosa. E, um dia, ao pentear os seus longos cabelos, vangloriou-se de ser ainda mais bela que as cinquenta ninfas do oceano, chamadas Nereides (filhas de Nereu e Dóris). Ao saberem disto, as Nereides foram queixar-se a Posídon (deus dos mares, na mitologia grega), pedindo a este que desse uma lição à rainha da Etiópia. Posídon enviou então um monstro (representado pela constelação da Baleia) com o objectivo de devastar as costas do reino de Cefeu e Cassiopeia. Preocupados, os súbditos do rei pediram-lhe uma solução, pelo que Cefeu se dirigiu ao oráculo de Ámon, a fim de obter uma resposta. Ao recebê-la, ficou aterrorizado: para que a fúria do monstro fosse amainada, Cefeu teria de oferecer a sua filha Andrómeda, como sacrifício, à Baleia.

Não vendo outra alternativa, Cefeu decidiu amarrar Andrómeda a um rochedo, à espera que esta fosse devorada pela Baleia.

Porém, Perseu, herói conhecido por ter morto a Medusa (monstro cujos cabelos eram serpentes e que tinha o poder de petrificar quem olhasse para ela) viu Andrómeda naquele tormento e perguntou-lhe o que se passava, pelo que esta lhe contou a triste história que a envolvia. Perseu dirigiu-se então aos pais de Andrómeda e, depois de a ter pedido em casamento, usou a cabeça da Medusa para petrificar a Baleia. De seguida, Perseu libertou Andrómeda do rochedo a que estava

presa e acabaram por se casar, sendo que, desta união nasceram seis filhos, dos quais se salientam Perses (antepassado dos reis persas) e Gorgófone (mãe de Tíndaro, futuro rei de Esparta).



Figura 1 - A constelação de Andrómeda (no centro da figura), rodeada por outras constelações. Do lado esquerdo de Andrómeda podemos ver a constelação do Perseu, com a cabeça da Medusa. Note-se que a estrela Algol (□ Persei e uma variável eclipsante) constitui um dos olhos da Medusa. A galáxia de Andrómeda (2) e o Enxame duplo do Perseu (1) encontram-se assinalados na imagem *Stellarium 0.8.2*.

## **Peculiaridades**

Nas constelações de Andrómeda e Perseu podemos observar alguns aspectos interessantes. Neste caso, trata-se de observar objectos do céu profundo...a olho nu!

Na constelação de Andrómeda podemos observar um dos objectos do céu profundo mais fascinantes: A galáxia de Andrómeda, catalogada como M 31 no catálogo de Messier, e que faz parte do chamado "Grupo Local" de galáxias. Com uma magnitude de 3,4, é um dos objectos do céu profundo mais acessíveis à observação à vista desarmada.

O próximo objecto do céu profundo, desta vez situado na constelação do Perseu, é também visível a olho nu e trata-se do *Enxame duplo do Perseu*, denominado no catálogo de Dreyer como NGC 884 e NGC 869, por se tratar de um enxame aberto duplo. O objecto em questão tem uma magnitude de 5,3 e, embora não tão óbvio como o anterior, torna-se igualmente fácil e interessante de observar à vista desarmada.

## **CARANGUEJO**

O Caranguejo faz parte de uma lista de doze constelações denominadas "do Zodíaco", devido ao facto de estas mesmas se encontrarem distribuídas ao longo de uma linha imaginária, denominada "Eclíptica". É a mais apagada das constelações do Zodíaco, situa-se entre os Gémeos e o Leão, e o Sol passa na direcção desta constelação entre meados de Julho e meados de Agosto.

Também esta constelação tem uma lenda associada.

Segundo essa lenda, esta constelação representa o caranguejo que mordeu o pé de Hércules, enquanto este lutava com a Hidra (não esquecer os doze trabalhos de Hércules, em que este mata a



Hidra de Lerna). Hera, que tinha enviado o caranguejo para atraparhar o herói durante a sua perigosa luta, acabou por elevar o caranguejo aos céus, como homenagem.

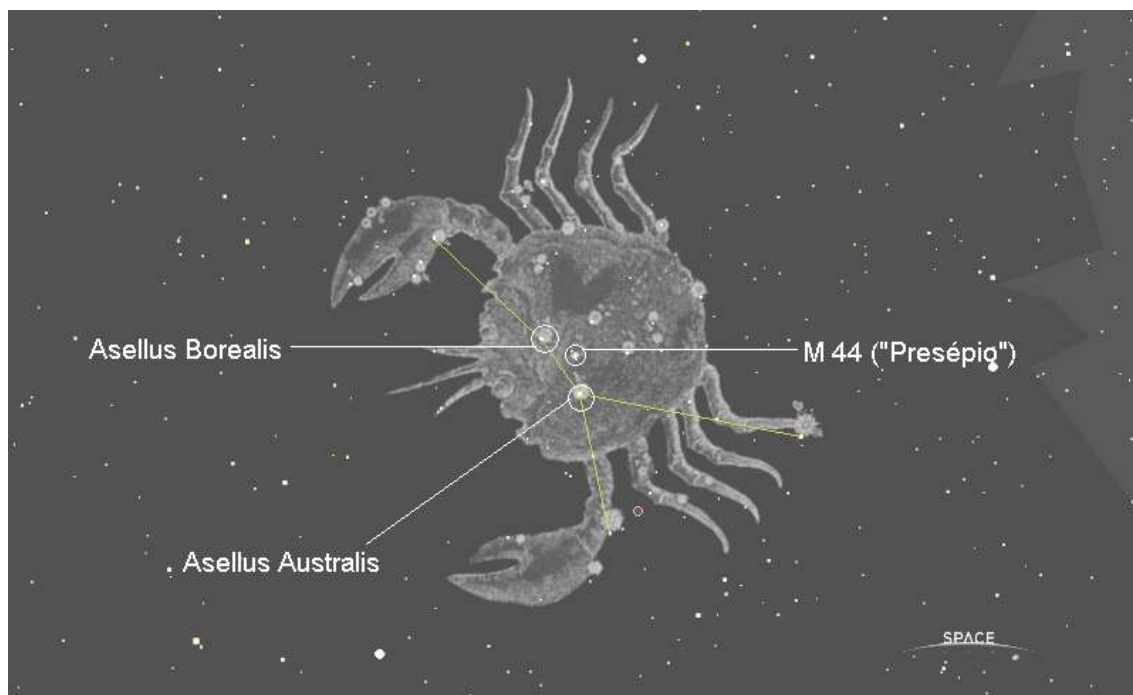


Figura 2 - A constelação do Caranguejo. Note-se a posição das duas estrelas da constelação (Asellus Borealis e Asellus Australis) em relação ao enxame aberto do Presépio, segundo a lenda mencionada anteriormente sobre estas duas estrelas.  
*Starry Night Backyard Freeman Edition.*

Nesta constelação existem duas estrelas,  $\gamma$  e  $\delta$  Cancri, que receberam os nomes próprios de Asellus Borealis e Asellus Australis, (em português estes nomes significariam, respectivamente, Burro do Norte e Burro do Sul). Estas duas estrelas também têm a sua própria lenda, segundo a qual, num passado longínquo, houve uma batalha entre Titãs e Gigantes. Existem várias versões da lenda. Uma delas conta como alguns dos deuses chegaram ao local da batalha montados em burros. Os Gigantes, que nunca tinham ouvido o zurrar destes animais, fugiram, pensando que estavam a ser atacados por um monstro enorme. Em homenagem, os burros foram colocados, respectivamente, a Norte e a Sul da *Manjedoura*, antiga designação para o enxame aberto do *Presépio*.

Embora a constelação seja uma das mais apagadas do Zodíaco, não significa que não existam nela objectos interessantes de observar à vista desarmada.

Trata-se de M 44 (no catálogo de Messier), vulgarmente conhecido como *Presépio*, classificado como enxame aberto e situado a cerca de 580 anos-luz. Por ter uma magnitude de 3,1, torna-se um objecto muito fácil de observar a olho nu.

## **ORIONTE**

O Oriente é uma constelação situada a Sueste do Touro, que teve origem numa lenda grega.

Segundo uma das versões da lenda, Oriente era fruto da relação de Posídon com Euríale, uma das filhas do rei Minos.

Oriente é representado na constelação armado com um cacete na mão direita e uma pele de leão na mão esquerda, de modo a proteger-se do ataque do Touro. Nutria uma grande paixão pela caça, fazendo-se acompanhar nesta pelo seu cão Sírio. Segundo outra versão, Oriente teria dois cães de caça, representados pelas constelações do Cão Maior e do Cão Menor, respectivamente.

Mais tarde, Oriente viaja até à ilha de Quíos (ilha grega situada na periferia do Egeu Setentrional), onde conheceu Mérope, a filha do rei Enópion. O herói ficou apaixonado por Mérope, mas o rei, que não queria que a filha se casasse com Oriente, disse-lhe que só lhe daria Mérope em

casamento se ele matasse todos os animais selvagens que habitavam a ilha. Oriente fez o que o rei ordenou, aniquilando, um a um, todos os animais que existiam, até não sobrar nenhum. Apesar disso, o rei não honrou o compromisso que tinha para com Oriente, pelo que este, desesperado, bebeu uma taça do vinho de Enópion e, embriagado, acabou por violar Mérope. Ao saber disto, Enópion cegou o herói e este, determinado a recuperar a visão, visitou um oráculo, que lhe indicou que, se viajasse para Leste e virasse os olhos em direcção a Hélios, este lhe restituía a visão, o que, de facto, veio a acontecer.

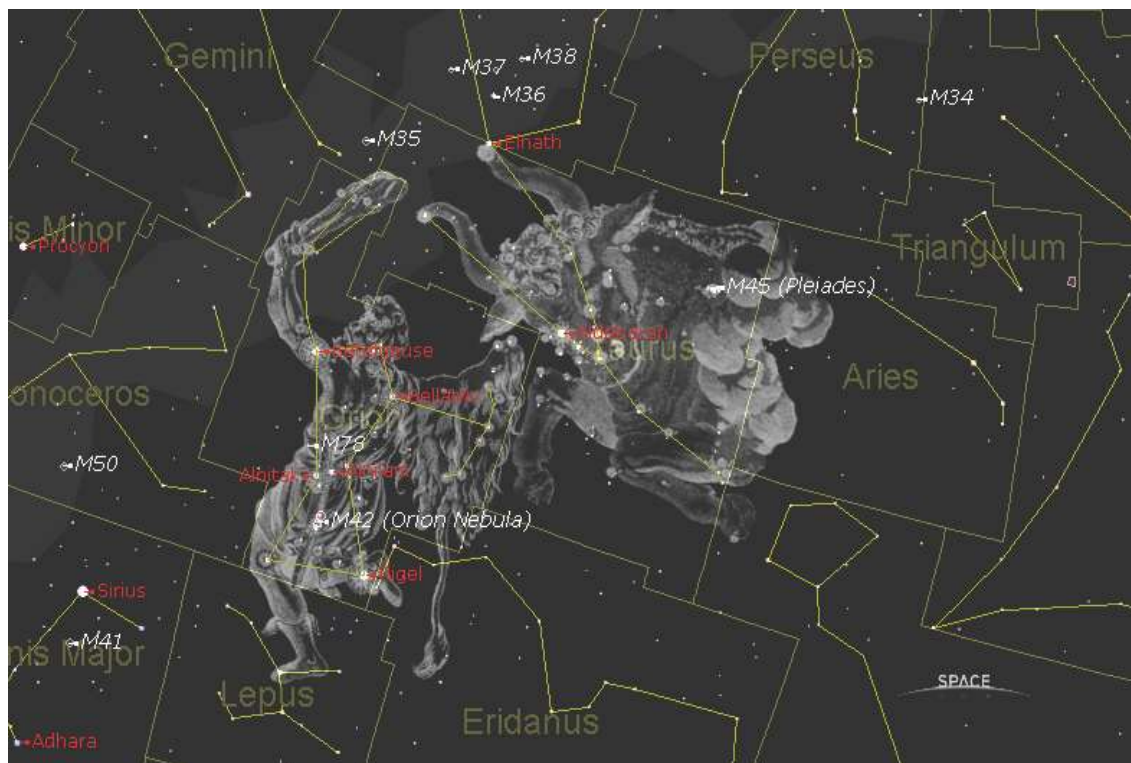


Figura 3 - A constelação de Oriente. Note-se que o herói se encontra representado nesta ilustração segurando uma pele de Leão na mão esquerda, para proteger-se do ataque do Touro (Constelação representada na imagem, junto de Oriente). *Starry Night Backyard Freeman Edition.*

Decidido a vingar-se de Enópion, Oriente viaja até Quíros, onde descobre que Mérope e o seu pai se encontram escondidos numa caverna feita por Hefesto. No entanto, Oriente dirige-se para Creta, pensando que Enópion lá estaria, sob protecção de Minos. Aí conheceu Artemis (deusa da caça, na mitologia grega). Esta convenceu o herói a desistir da sua vingança e a ir com ela caçar, em Creta. No entanto, Artemis, ao saber do facto de Oriente ter abatido todos os animais selvagens da ilha de Quíros, resolveu vingar-se e mandou um escorpião ao encontro do herói, cuja picada venenosa o teria morto.

Depois da sua morte, Oriente desceu ao Tártaro, sendo mais tarde elevado aos céus, onde permanece até hoje.

Facto curioso é que Oriente foi colocado no céu numa posição diametralmente oposta à do seu grande inimigo, o Escorpião. Isso faz com que, quando o Oriente nasce a Este, o Escorpião mergulha no horizonte e vice-versa, numa perseguição infinita.

## **Peculiaridades**

Na constelação do Oriente podemos observar uma das nebulosas mais famosas que se conhece: a *Nebulosa de Oriente*, formada pela junção das duas nebulosas de emissão M 42 e M 43 (no catálogo de Messier). Trata-se de uma nebulosa de emissão, detectável a olho nu num céu longe de poluição luminosa e bem observável com a ajuda de um binóculo 7x50 ou um telescópio. Está situada a 1400 anos-luz.

