



APAA

Associação
Portuguesa
de Astrónomos
Amadores

Astronomia de Amadores

N.º 40 Janeiro/Junho 2011



© Miguel Claro

- 4 O ECLIPSE TOTAL DA LUA DE ANTÓNIO NOBRE
MARIA MANUEL PERES GOMES

- 15 AS 10 MAIORES DIFICULDADES
DO RECÉM-CHEGADO À ASTRONOMIA AMADORA
GUILHERME DE ALMEIDA

- 19 NOVAS HISTÓRIAS DE ASTRONOMIA E ASTRÓNOMOS AMADORES
COORDENAÇÃO E ILUSTRAÇÕES DE GUILHERME DE ALMEIDA

- 23 NORMAN ROBERT POGSON E A ESCALA DE MAGNITUDES ESTELARES
GUILHERME DE ALMEIDA

- 30 O GRANDE REFRACTOR DA EXPOSIÇÃO DE PARIS (1900)
PEDRO RÉ

- 39 O GRANDE TELESCÓPIO DE MELBOURNE
PEDRO RÉ

- 47 BUILDING LARGE TELESCOPES: I- REFRACTORS
PEDRO RÉ

ÍNDICE

- 4 **O ECLIPSE TOTAL DA LUA DE ANTÓNIO NOBRE**
 MARIA MANUEL PERES GOMES
- 15 **AS 10 MAIORES DIFICULDADES**
 DO RECÉM-CHEGADO À ASTRONOMIA AMADORA
 GUILHERME DE ALMEIDA
- 19 **NOVAS HISTÓRIAS DE ASTRONOMIA E ASTRÓNOMOS AMADORES (PARTE 5)**
 COORDENAÇÃO E ILUSTRAÇÕES DE GUILHERME DE ALMEIDA
- 23 **NORMAN ROBERT POGSON E A ESCALA DE MAGNITUDES ESTELARES**
 GUILHERME DE ALMEIDA
- 30 **O GRANDE REFRACTOR DA EXPOSIÇÃO DE PARIS (1900)**
 PEDRO RÉ
- 39 **O GRANDE TELESCÓPIO DE MELBOURNE**
 PEDRO RÉ
- 47 **BUILDING LARGE TELESCOPES: I- REFRACTORS**
 PEDRO RÉ

IMAGEM DA CAPA:

IMAGEM DO RASTO DAS ESTRELAS OBTIDA PERTO DA LAGOA DE ALBUFEIRA, NUMA *STAR PARTY*, EM 11-09-2010 ENTRE AS 21H42 E A 23H01. SOMA DE 146 IMAGENS CADA UMA DE 30 SEGUNDOS, TOTALIZANDO UMA INTEGRAÇÃO DE 73 MINUTOS.

CANON 50D -ISO1250 10MM F/4.5 EXP.30s POR IMAGEM

MIGUEL CLARO (2010)



ASTRONOMIA DE AMADORES

Revista de divulgação astronómica (n.º 40) — Janeiro/Junho — ano 2011

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

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

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

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

REVISTA ASTRONOMIA DE AMADORES

Equipa redactorial: Pedro Ré, Guilherme de Almeida.

Periodicidade: Semestral

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

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

Colaboraram neste número: Maria Manuel Peres Gomes, Pedro Ré, Guilherme de Almeida.

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

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE ASTRÓNOMOS AMADORES (APAA)

Direcção

Presidente: Pedro Ré; **Vice-Presidente:** Carlos Saraiva; **Tesoureiro:** Pedro Figueiredo; **Secretário:** Vítor Quinta; **Secretário-Adjunto:** Raimundo Ferreira.

Mesa da Assembleia-Geral

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

Conselho Fiscal

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

Pagamento de quotas

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

6ª feira: das 21h 30 min às 24h.

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

Novos sócios:

Para se inscrever na APAA, basta enviar por carta, ou entregar pessoalmente na sede, uma folha A4 contendo nome, morada, data de nascimento, habilitações literárias e endereço e-mail (caso tenha), acompanhado de meio de pagamento da inscrição (5 Euros) e das quotas de pelo menos um trimestre (6 Euros). A quota mensal é de 2 Euros/mês. Os jovens até 25 anos têm uma redução das quotizações de 50%.

OBSERVATÓRIO APAA

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

O ECLIPSE TOTAL DA LUA DE ANTÓNIO NOBRE

(ECLIPSE DE 24 DE SETEMBRO DE 1884¹)

MARIA MANUEL PERES GOMES
peres.gomes@sapo.pt

Naquela tarde eu contemplava, ansioso,
A Lua das marés² :
Ia ver um fenómeno curioso,
Pela primeira vez.

Desde as sete horas que eu me achava pronto,
Pois vinha no jornal³
Que se daria, às sete e meia em ponto,
O eclipse total.

Na praia⁴ , Miss⁵ ! àquela hora havia
Enorme sensação:
Entusiasmada, a gente discutia
com o óculo, na mão.

E como, é certo, com a vista nua,
Tão fraca e tão subtil,
Tu não podias observar a Lua,
Astrónomo gentil,

Um moço poeta, rouxinol das praias
Um óculo ofereceu,
A ti, meu casto Ptolomeu de saias,
Geómetra do céu!

Assestaste-o⁶, mas nada: uma imprevista
Mancha aos teus olhos sai,
Pois que estava graduado pela vista
Do teu velhinho pai...

Da praia, entanto⁷ , na deserta areia,
Caía o luar, a flux,
E nos céus fulgurava a lua cheia,
Cheia de tanta Luz

Que tu, imaginando ver da aurora⁸
O lúcido⁹ arrebol¹⁰
Disseste: «Estou capaz de abrir, agora,
O meu chapéu-de-sol...»¹¹

Única frase que tombou, criança!
Do róseo lábio teu,
Porque depois – que súbita mudança!
Turnou-se escuro o céu...

E a Lua, a pouco e pouco desmaiando,
Sumia-se no ar,
Como se um monstro a fosse devorando,
Na sombra... devagar...

À luz da Lua sucedeu a treva¹²,
Treva de horror sem fim,
Cor dos teus olhos, deliciosa Eva!
Meu pálido jasmim!

E ao ver-me só nas trevas, de repente,
Clamei por ti, clamei...
E interrogando a multidão, a gente,
Em vão! Não te encontrei!

Ah, bem dizem as lendas, os adágios,
E as bruxas do Sabbat,
Que os eclipses da Lua são presságios.
Sinais de coisa má!

Por isso o Mal com sua garra adunca
Me separou de ti,
Pois que tu nunca mais me viste, nunca!
E eu nunca mais te vi...¹³

E, hoje, nas trevas sepulcrais e calmas,
Eu vivo, por meu mal:
É que também se deu de nossas almas
O eclipse total!

¹ Data incorrecta, baseada em anotação ao poema — deveria ser 4 de Outubro de 1884.

² A Lua das marés vivas por altura dum equinócio.

³ Nome do jornal/revista desconhecido.

⁴ Praia da Leça da Palmeira (Lat 41° 11' 23" N Long 8° 42' 22" W).

⁵ Charlotte, preceptora de crianças, com quem manteve correspondência entre 1886-1887. Porém, penso ser acrónimo para um seu amigo íntimo.

⁶ Assestar (do ital. *assestare*), apontar, pôr na direcção de.

⁷ O mesmo que entretanto; entretantes; neste meio tempo.

⁸ Início, começo, oriente.

⁹ Que luz, resplandecente.

¹⁰ Vermelhidão da aurora: rosicler; cor avermelhada do poente, em seguida ao sol posto, rosicler.

¹¹ No R.U., um observador do eclipse de 4 Out 1884 menciona um "after-glow" depois do pôr-do-sol. (continuação na p. seguinte).

¹² À luz da Lua sucedeu a treva— cor cinzenta, muito escura.

¹³ O Mal com sua garra adunca – a tuberculose – levou à morte de um ente querido.

Anotação ao poema¹⁴ dos Cadernos de António Nobre (*): «Poesia impressionada por um eclipse, em 1884. Estava em Leça, então. Setembro, creio.»

Nobre, António (1921) — *Primeiros Versos e Cartas inéditas*, Organização de Viale Moutinho, Lisboa, Editorial Notícias, Letras Esquecidas 1982, pp. 33 e 168.

Nobre, António (1921) *Primeiros Versos*, Porto, Lello & Irmão Editores, Biblioteca de Iniciação Literária, 1984, pp.15 e 161.

Primeiros Versos : 1ª ed. Porto 1921; 2ª ed. Porto 1937; 3ª ed. Braga, 1945.

Investigando a data do eclipse

Luís Tirapicos, no seu interessante artigo¹⁵ sobre a questão da data do eclipse de António Nobre e depois de analisar o almanaque Borda d' água, conclui

«que as circunstâncias¹⁶ em que decorre o eclipse de António Nobre não correspondem a um eclipse real, nem em 1884, nem nos quatro anos anteriores. Não quer isto dizer que o poeta não possa ter assistido a algum eclipse da Lua, facto de que se suspeita fortemente quando lemos a décima estrofe, dado o realismo da descrição:

*E a lua, a pouco e pouco desmaiando,
Sumia-se no ar,
Como se um monstro a fosse devorando,
Na sombra... devagar...».*

No entanto, depois de uma leitura cuidada ao poema e acesso aos dados sobre eclipses lunares do século XIX, penso que o eclipse que terá impressionado o poeta, inspirando-o a escrever o poema "O Eclipse" terá sido **o eclipse total da Lua de 4 de Outubro de 1884**, especialmente tendo em conta que o projecto da compilação dos primeiros versos, a que então chamava Alicerces, abrangia os anos de 1882-1886 e já incluía este poema.

Penso também que a diferença entre a hora do eclipse no poema (sete e meia em ponto) com a verdadeira hora local é facilmente explicável por simulações de erro de cálculo, conforme se explica mais abaixo e que este momento se refere ao **início da fase umbral**. Contudo, sem saber a que jornal António Nobre se refere, e sem acesso aos jornais e aos almanaques náuticos da época, ou mesmo aos borda d'água, é difícil perceber o que realmente se passou.

O fascínio que o poeta demonstra ter pelo Outono em toda a sua obra poética é mais uma pista. Com o equinócio a 22 de Setembro desse ano, a lua-cheia de 4 de Outubro seria a denominada *Harvest Moon* ou lua das colheitas; nestas alturas a Lua nasce poucos minutos antes do pôr-do-sol permitindo que a faina agrícola e piscatória se prolongue pela noite dentro. De facto, a 4 de Outubro de 1884,

- às 17:26 horas locais (18:01 GMT), a Lua nasceu
- às 17:36 horas locais (18:11 GMT), deu-se o pôr-do-sol
- às 18:04 horas locais (18:39 GMT), terminou o crepúsculo civil
- às 18:36 horas locais (19:11 GMT), terminou o crepúsculo náutico
- às 18:40 horas locais (19:15 GMT), começou a fase penumbral - P1
- às 19:08 horas locais (19:43 GMT), terminou o crepúsculo astronómico
- às 19:40 horas locais (20:15 GMT), começou a fase umbral - U1 - a Lua entra parcialmente na umbra
- às 20:40 horas locais (21:15 GMT), começou a fase da totalidade - U2 - a Lua está toda mergulhada na umbra
- às 21:27 horas locais (22:02 GMT), eclipse máximo.

*— António Nobre, poeta português, nasceu no Porto a 16 ou 17 de Agosto de 1867. Faleceu também no Porto, de tuberculose, a 18 de Março de 1900.

¹⁴ Poema "O ECLIPSE" de Nobre, António (1921) *Primeiros Versos* (1882-1889) 1ª edição, edição póstuma.

¹⁵ O *Website* é <http://www.instituto-camoes.pt/cvc/ciencia/e47.htm>

¹⁶ Penso que se refere à data e hora do eclipse total

A questão da data - dia, mês e ano

Debruçando-nos sobre o poema "O Eclipse" transcrito no início deste artigo, percebemos que António Nobre descreve a observação de um eclipse total da Lua, provavelmente por altura de um equinócio (a Lua das marés [vivas]), acontecimento com hora marcada para o princípio da noite e anunciado num jornal, o que entusiasmou muita gente a ir observá-lo à praia da Leça da Palmeira. Nas últimas estrofes, a ocorrência deste eclipse transformase no símbolo da dor que lhe foi infligida pela perda ou morte de um ente muito querido.

O poema vem datado de 24 de Setembro de 1884, *incorrectamente*, data certamente baseada

- nas *notas do caderno de António Nobre* incluídas no livro *Primeiros Versos* (1882-1889), «Poesia impressionada por um eclipse, em 1884. Estava em Leça, então. Setembro, creio.»;
- e na ocorrência de um *eclipse parcial da Lua* no dia 24 de Setembro de 1885 (visível na Europa Ocidental ao amanhecer, na América do Norte e partes do Brasil),

o que deve ter contribuído para que tal data fosse escolhida. Utilizando o *software SkyMap Pro 11* e partindo das cinco premissas seguintes (baseadas no poema),

1. o livro *Primeiros Versos* inclui poemas escritos entre 1882-1889;
2. o eclipse da Lua foi total;
3. terá sido observado na praia de Leça da Palmeira (41° 11' 23" N e 8° 42' 22" W);
4. ocorreu em 1884, possivelmente em Setembro;
5. eclipse **não** foi de madrugada; (início do eclipse às 19:30 horas, segundo um jornal não discriminado),

rapidamente se obtêm os eclipses totais da Lua visíveis naquele local entre 1882-1889, conforme a Tabela 1.

Eclipses Totais da Lua visíveis entre 1882 d.C. e 1889 d.C. na Praia da Leça da Palmeira dados em horas GMT

| Data | máx | U2, início fase totalidade | U1, início fase umbral | P1, início fase penumbral | Magnitudo | Altura da Lua | Duração fase umbral | Duração totalidade | Observações |
|------------|-------|----------------------------|------------------------|---------------------------|-----------|---------------|---------------------|--------------------|---|
| 1884-10-04 | 22:02 | 21:15 | 20:15 | 19:15 | 1.53 | 41.3° | 03h 34min | 01h 33min | muito provável; 10 dias após a data idade de António Nobre: 17 anos |
| 1888-01-28 | 23:20 | 22:31 | 21:30 | 20:28 | 1.65 | 59.7° | 03h 40min | 01h 38min | pouco provável; ocorreu em Janeiro idade de António Nobre: 20 anos |
| 1888-07-23 | 05:45 | 04:54 | 03:55 | 02:56 | 1.82 | -4.1° | 03h 40min | 01h 42min | excluído; ocorreu de madrugada idade de António Nobre: 20 anos |

Tabela 1 — Eclipses totais da Lua (1882-1889), Leça (*SkyMap Pro 11*).

Excluindo o eclipse de 23 de Julho de 1888 por ter ocorrido de madrugada, restam-nos os dois primeiros eclipses

- 04 de Outubro de 1884.
- 28 de Janeiro de 1888.

Sabe-se também que António Nobre tencionava publicar o seu primeiro livro de versos, antes de ir para Coimbra estudar. Esta primeira compilação, a que inicialmente chamou *Vespertinos*, depois *Alicerces* e mais tarde *Confissões*, incluía apenas poemas de **1882-1886** na qual já introduzia o poema "O Eclipse". É assim pouco provável que o eclipse de 1888 seja a data do eclipse do poema.

A questão do local - Leça da Palmeira (41° 11' 23" N e 8° 42' 22" W)

Por altura dos eclipses totais da Lua ocorridos entre 1882-1888 podemos assumir que o poeta se encontrava ainda na região Norte de Portugal ora na cidade do Porto, onde vivia e estudava, em Leça da Palmeira à beira-mar, no Seixo, na Lixa e em Caldas de Vizela onde passava as férias. É pois muito natural que o local em questão seja, de facto, a praia de Leça da Palmeira.

Em relação ao **ano de 1884**, as anotações ao poema colocam António Nobre em Leça da Palmeira em Setembro de 1884. Na verdade, ainda aí estava a 28 de Outubro desse ano conforme se pode verificar pela carta que escreveu ao seu amigo Alberto Baltar e incluída na correspondência organizada pelo mesmo Guilherme de Castilho. Nessa carta informa o amigo da morte de Eduardo Coimbra e diz-lhe que prepara o seu livro *Alicerces* que irá sair ainda esse ano.

Quanto ao **ano de 1888**, não existem dados que nos indiquem onde é que António Nobre estaria a 28 de Janeiro de 1888. Porém, estaria em Portugal

- a 18 de Junho de 1888 escreve ao seu amigo Alfredo de Campos, de Caldas de Vizela, onde está com o pai,
- a 06 de Setembro de 1888 escreve a Bernardo Lucas, de Leça da Palmeira,
- a 15 de Outubro chega a Coimbra para frequentar a Faculdade de Direito.

A questão da hora - início do eclipse, hora local, GMT

Não se conhecendo o jornal a que se refere o poeta, teremos de assumir que este poderá ter sido tanto um jornal português como um jornal estrangeiro, dado que havia uma grande comunidade estrangeira, principalmente britânica, que frequentava Leça da Palmeira. De facto, Leça era considerada «terra aparte do mundo, de ingleses, marítimos e poetas», como diz Guilherme de Castilho. Assim, ficamos sem saber a que evento o poeta se refere ao dizer,

*Que se daria, às sete e meia em ponto,
O eclipse total*

isto é, se este se refere ao momento do eclipse máximo, ao início da totalidade (U2), ao início da fase umbral (U1) ou mesmo ao início da fase penumbral (P1).

Para além disso, vemos que a informação disponibilizada pelo Observatório Astronómico de Lisboa¹⁷ indica que só a partir de 1 de Janeiro de 1912 a Hora em Portugal deixou de corresponder à Hora Local passando a reger-se pelos Fusos horários da Convenção de Washington (22 de Outubro de 1884), isto é, a hora do continente passou a corresponder o Fuso de Greenwich. Até lá era utilizado o **Tempo Solar Médio** definido pelos Reais Observatórios de Lisboa e de Coimbra e calculado para as respectivas longitudes. Vale a pena recordar que em 1883, na conferência geodésica de Roma, se concluiu que a unificação das longitudes e horas locais seria muito benéfica para a ciência, comércio e comunicações - pensando-se em Jerusalém e /ou as pirâmides de Gizé para o fuso zero.

Note-se que a França resistiu até 1911 à utilização do meridiano de Greenwich como primeiro meridiano, entendendo que este deveria ser o meridiano de Paris (Long 2º 19' 48" E), chegando mesmo a referir-se ao meridiano de Greenwich como «aquele que está a 9 m e 19 s a Oeste de Paris».

Em Espanha, era usado o observatório de San Fernando em Cadiz (Long 6º 18'W ou 6º 12' 22"W) e as horas locais de Madrid e Barcelona eram referenciadas àquele, i.e. segundo os almanaques da época a localização de Madrid estava a 10 min e 4,2 s E do Observatório (GMT-15min) e Barcelona a 33 min 27,2 s E do Observatório (GMT+9 min). Na verdade, como a hora local é determinada pela longitude do lugar, para calcular a hora local de um lugar é necessário fazer a correcção da hora GMT/UTC,

| Local de observação | Longitude | Factor de correcção | Para a hora local, ref GMT | Para a hora Local, ref Paris |
|--|--------------|---------------------|----------------------------|------------------------------|
| Observatório da Ajuda, Lisboa | 9º 11' aprox | - 36min 44s | - 37min | - 45min |
| Praia da Leça da Palmeira | 8º 42' 22" | - 34min 49s | - 35min | - 44min |
| Porto | 8º 37' 11" | - 34min 29s | - 34min | - 44min |
| Observatório da Universidade de Coimbra (1884) | 8º 25' aprox | - 33min 40s | - 34min | - 43min |
| Praia da Figueira da Foz | 8º 52' 15" | - 35min 29s | - 35min | - 45min |
| Setúbal | 8º 53' 30" | - 35min 34s | - 36min | - 45min |
| Sagres | 8º 56' 44" | - 35min 47s | - 36min | - 45min |

Tabela 2 — Tabela auxiliar para conversão da hora do fuso zero para Hora Local (para 1884, as coordenadas foram as da Universidade).

Assim, para calcular a hora GMT (Hora Local do fuso 0) e a Hora local de Paris correspondente à hora local 19:30, poderemos proceder em conformidade com a Tabela 2.

¹⁷ <http://www.oal.ul.pt/index.php?link=legis>

| 19:30 Hora Local em | + | = Hora Local Fuso 0 | = Hora Local Paris (+9m 19s/+9m) |
|---------------------------|-------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| Lisboa | 36min 44s 37min ____ | 20h 06min 44s 20h 07min ____ | 20h 16min 03s 20h 16min ____ |
| praia de Leça da Palmeira | 34min 49s 35min ____ | 20h 04min 49s 20h 05min ____ | 20h 14min 08s 20h 14min ____ |
| Porto | 34min 29s 34min ____ | 20h 04min 29s 20h 04min ____ | 20h 13min 48s 20h 13min ____ (*) |
| Coimbra | 33min 40s 34min ____ | 20h 03min 40s 20h 04min ____ | 20h 12min 59s 20h 13min ____ |
| Sagres | 35min 47s 36min ____ | 20h 05min 47s 20h 06min ____ | 20h 15min 06s 20h 15min ____ |

Tabela 3 —Tabela auxiliar para encontrar a longitude do lugar cuja hora local é 19:30
(*) erro de arredondamento a minutos: devia ser 20 h 14 min.

Eclipse de 1884

Assumindo que as sete e meia em ponto (19:30) se referem ao momento do **U1 - Início da fase umbral**, o mais provável, teremos de assumir que o jornal a que o poeta se refere obteve os dados do eclipse calculados para:

1. o fuso zero mas pensou que estes se referiam ao fuso de Paris. Deste modo, ao calcular a hora local para Portugal usou o factor de correcção – 45 min, isto é,

início fase umbral do eclipse às 20:15 GMT + 00:45 = 19:30 hora local assumida para Portugal;

2. a longitude da região de Manchester no Reino Unido(2º 50'), mas pensou que estes se referiam ao fuso zero. Deste modo, ao calcular a hora local para Portugal usou o factor de correcção – 35 min, isto é,

início fase umbral do eclipse às 20:15 GMT - 00:10 = 20:05 hora local região Manchester;
fazendo-se a correcção para hora local portuguesa (Leça), subtraímos 35m, isto é,
20:05 - 00:35 = 19:30, hora local assumida para Portugal;

Eclipse máximo

Teremos de assumir que o jornal a que o poeta se refere obteve os dados do eclipse calculados para:

1. uma das horas locais do Brasil (correspondendo aproximadamente a 38º W -> -152 min), por exemplo Fortaleza ou Salvador e que se pensou que estes eram referentes a Portugal, não se efectuando a conversão para a hora local de Portugal, isto é,

eclipse máximo às 22:02 GMT - 02:32 = 19:30 hora local em Fortaleza/Salvador não se fazendo a correcção para a hora local portuguesa, assume-se 19:30 como hora local em Portugal;

2. a hora local portuguesa como 9 horas e 30 min da tarde e transcreveu-as como 19:30 horas. (?).

U2 - Início da fase de totalidade

Teremos de assumir que o jornal a que o poeta se refere obteve os dados do eclipse calculados para uma das seguintes horas locais:

1. **Funchal, Madeira**, correspondendo aproximadamente a 17ºW, e que se pensou que estes eram referentes ao fuso zero, efectuando-se a conversão para a hora local de Portugal, isto é,

início da totalidade às 21:15 GMT - 01:08 = 20:08 hora local no Funchal, Madeira;
fazendo-se a correcção para hora local portuguesa, subtraímos 37 min, isto é,
20:08 - 00:37 = 19:31 e assume-se 19:30 como hora local em Portugal;

2. Açores, correspondendo aproximadamente a 26º,25W, (aproximadamente a 00º 30' E de S. Miguel) e que se pensou que estes eram referentes a Portugal, não se efectuando a conversão para a hora local de Portugal, isto é,

início da totalidade às 21:15 GMT - 01:45 = 19:30 hora local média
nos Açores; não se fazendo a correcção para a hora local portuguesa,
assume-se 19:30 como hora local em Portugal.

3. Brasil. Para isso convém referir que o *Jornal do Comércio* (Brasil) de 7 de Outubro de 1884 reporta a observação do eclipse total da Lua por um astrónomo amador, possivelmente José Brasilício de Sousa que o observou de Florianópolis (Long 48º 36m W, aproximadamente 3 h 14 min). José Brasilício de Sousa anota na sua agenda às 2 h da manhã,

«2h. 1. Céu sempre nublado. Começa a chover. Numa poucas esperanças de observar o eclipse da Lua, que deve ter lugar às 6h da 1.

3h. 1. Cessa a chuva. Dissipão-se mais as nuvens á Leste.

6h. 44m. 1. Sabe a Lua já eclipsada apresentando o brilho de uma estrella de 3ª grandeza. Sua cor é parda escura, observada na luneta. Brilhão no céu todas as estrellas como se a Lua não se achasse acima do horizonte. Nem uma unica nuvem mancha a limpidez do céu. Observei a subida da sombra e todas as outras phases, com clareza. No principio da observação achava-se bem junto ao bordo S. da Lua uma pequena estrella. Nas extremidades da linha da sombra a divisão entre esta e a luz não era tão perfeita como no centro, havia uma degradação de luz no prolongamento dos côrnos que fazia lembrar um crepusculo.

Depois do eclipse continuou bella a noite. 10h. Th. Fhr.º = 66° {Lua} L.C. 6h. 46m. 1.»

Assumindo que o jornal a que o poeta se refere obteve os dados do eclipse calculados para as horas locais do Brasil, por exemplo, Belém (48º 30'), Florianópolis (48º 36') mas pensou que se referia à ilha do Sal em Cabo Verde. Deste modo, ao calcular a hora local para Portugal usou o factor de correcção – 92 min, isto é,

início fase umbral do eclipse às 21:15 GMT - 03:14 = 18:01
18:01 GMT + 01:32 = 19:33 hora local assumida para Portugal.

P1 - Início da fase penumbral

Teremos de assumir que o jornal a que o poeta se refere obteve os dados do eclipse calculados para uma longitude 3.7ºE (por exemplo, na Bélgica) mas pensou que estes já estavam corrigidos para a hora local para Portugal, isto é: início da fase penumbral do eclipse às 19:15 GMT + 00:15 = 19:30 hora local assumida para Portugal.

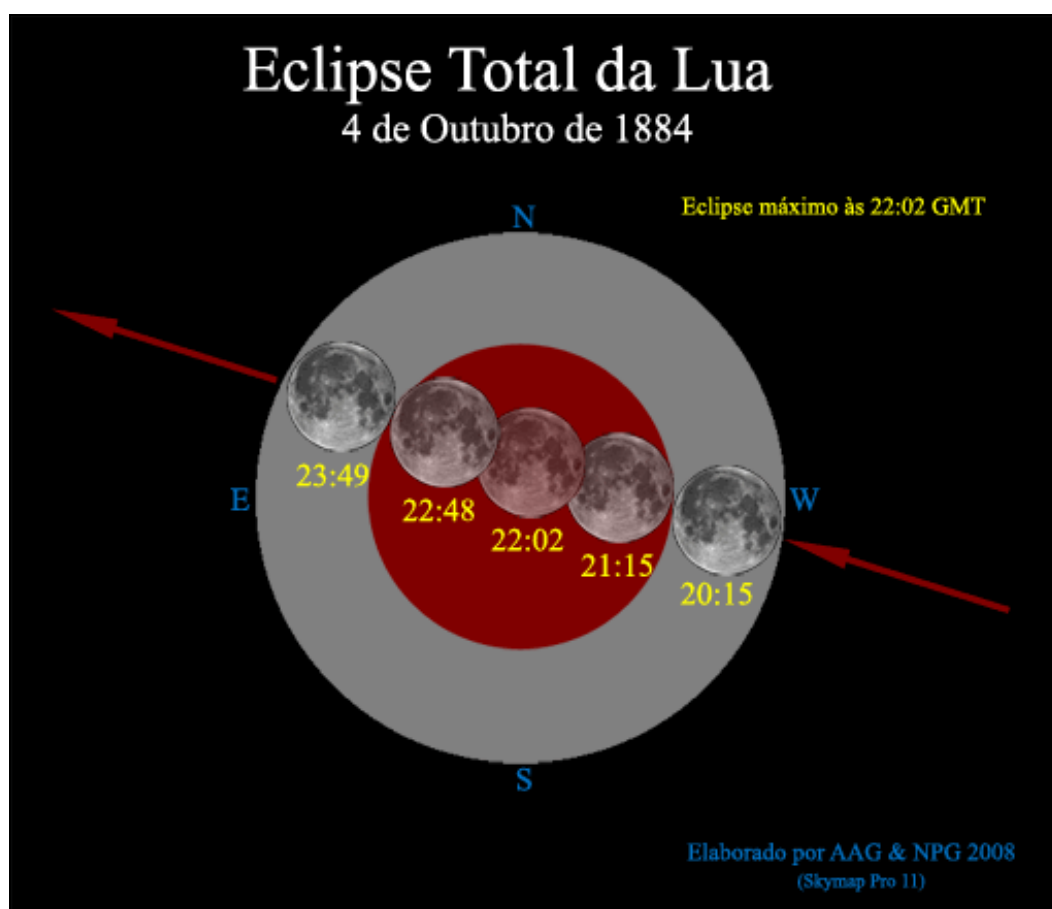
| indica a hora local na Praia de Leça da Palmeira referente ao momento | hora do eclipse no jornal referente a/ao | a conversão para hora local assumiu que a hora do jornal era referente a/ao | |
|---|---|---|-------|
| P1 - início da fase penumbral | Bélgica, Gens (3,7º) 19:15+ 00:15 = 19:30 | Portugal (correção: 0 min) | 19:30 |
| U1 - início da fase umbral | Fuso Zero = 20:15 | Paris (correção: - 45 min) | 19:30 |
| | Manchester area (02,5º W) 20:15 - 00:10 = 20:05 | Fuso Zero (correção -35 min) | 19:30 |
| U2 - início da fase de totalidade | Brasil (48,4º) 21:15 - 03:14=18:01 | Ilha do Sal -CV (22,9ºW) (correção: +92min) | 19:32 |
| | Açores (26,375º W) 21:15 - 01:45=19:30 | Portugal (correção: 0 min) | 19:30 |
| | Funchal (16,9166º W) 21:15 - 01:08= 20:08 | Fuso Zero (correção: +37 min) | 19:31 |
| Eclipse máximo | Brasil (38º W), Fortaleza, Salvador, 22:02 - 02:32= 19:30 | Portugal (correção: 0 min) | 19:30 |

Tabela 4 — Tabela resumida das várias hipóteses.

Eclipse de 1888

Este eclipse não será analisado pelas razões acima expostas. No entanto, assumindo que as sete e meia em ponto (19:30) se referem ao início da fase penumbral e que a hora do eclipse no jornal fosse referente à hora local, por exemplo, de Salamanca a 5.67 °W, obteríamos 20:04 para a hora do jornal (20:27 - 23m = 20:04). Depois, assumiu-se que os dados do jornal eram referentes ao fuso zero e converteu-se para a hora local do Porto, obtendo-se assim as 19:30, isto é, 20:04 - 00:34 = 19:30.

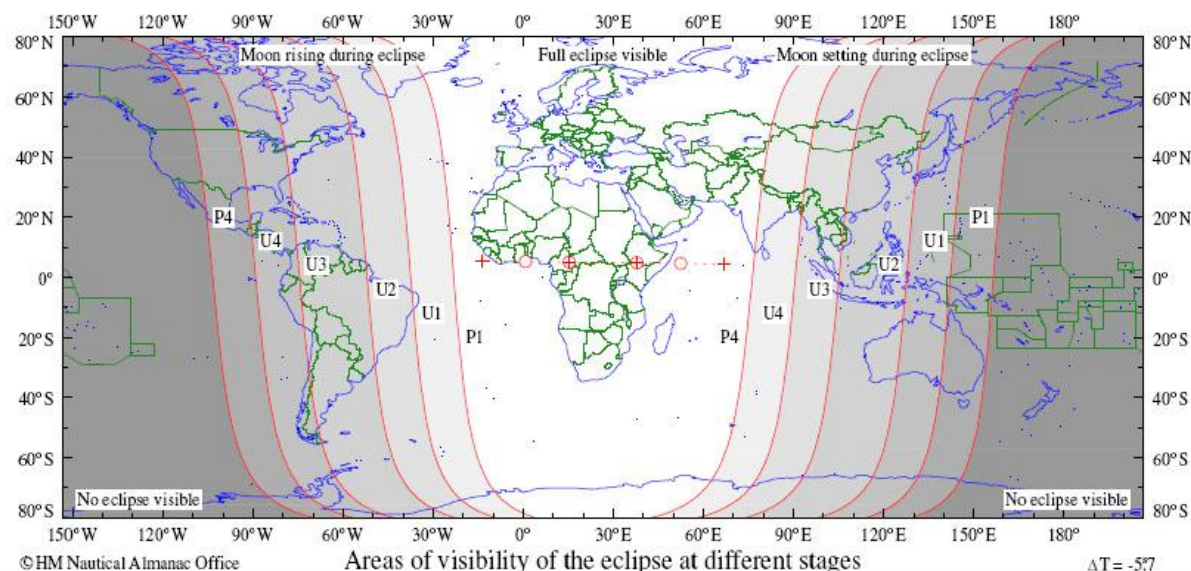
Eclipse total da Lua de 4 de Outubro 1884



Trajecto da Lua através do cone de sombra da Terra (assinalado a vermelho), durante o eclipse (horas em GMT)

Nota: A Lua move-se, de facto, de Oeste para Este em relação às estrelas e à sombra da Terra.

Durante a noite de Sábado, 4 de Outubro de 1884 ocorreu um eclipse total da Lua, visível em Portugal, na Europa, África e médio-Oriente, tendo parte da fase da totalidade sido vista no Brasil, a América do Norte e Sul, Ásia e Austrália conforme o estudo do Almanaque Náutico Astronómico.



Áreas de visibilidade do eclipse¹⁸

Do início ao fim, e sem contar com a fase penumbral (esta imperceptível a olho nu), o eclipse de 4 de Outubro de 1884 durou três horas e trinta e quatro minutos. Quando o bordo da Lua começou a penetrar, suavemente, na umbra deu-se início à fase parcial da totalidade, demorando cerca de uma hora a estar completamente mergulhado na umbra. Seguiu-se a fase da totalidade, durante 93 minutos e de novo, a Lua desliza para fora da umbra provocando uma nova fase parcial de cerca de uma hora.

| Evento | Hora GMT | Hora Local | Observações | Altura da Lua |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|---|-------------------|
| nascer da Lua | 18:01 | 17:26 | | 0° |
| pôr-do-sol | 18:11 | 17:36 | | 1° |
| fim do crepúsculo civil | 18:39 | 18:04 | Sol a -6° | 6° |
| fim do crepúsculo náutico | 19:11 | 18:36 | Sol a -12° | 12° |
| início fase penumbral | 19:15 | 18:40 | Sol a -13° | 13° |
| fim do crepúsculo astronómico | 19:43 | 19:08 | Sol a -18° | 18° |
| <i>início do eclipse</i> | <i>20:15</i> | <i>19:40</i> | <i>U1 – 1.º contacto</i> | <i>24°</i> |
| <i>início da totalidade</i> | <i>21:15</i> | <i>20:40</i> | <i>U2 – 2.º contacto</i> | <i>34°</i> |
| <i>eclipse máximo</i> | <i>22:02</i> | <i>21:27</i> | <i>meio do eclipse magnitude 1,532</i> | <i>41°</i> |
| <i>fim da totalidade</i> | <i>22:48</i> | <i>22:13</i> | <i>U3 – 3.º contacto</i> | <i>47°</i> |
| <i>fim do eclipse</i> | <i>23:49</i> | <i>23:14</i> | <i>U4 – 4.º contacto</i> | <i>52°</i> |

Normalmente, nos eclipses totais da Lua, a Lua apresenta-se de cor vermelha, acobreada ou mesmo cor de laranja durante a fase de totalidade. No entanto, se nos meses anteriores ocorrerem grandes erupções vulcânicas podemos deparar com um **eclipse escuro**, i.e. uma *lua-cheia de cor azul* (a *blue moon*) e que, quando eclipsada, fica de um azul muito escuro, acinzentado, ou **muito escuro**, quando esta pode mesmo não ser perceptível e deixar de se ver por completo.

Este fenómeno ocorre, conforme descrito na *NASA Eclipse Lunar Page*, sempre que são expelidas para a atmosfera quantidades de gás e poeiras vulcânicas significativas, que servem de filtro bloqueando os raios solares e não permitindo a iluminação, ainda que ténue, da Lua. Com a grande erupção do Krakatoa, ocorrida em fins de Agosto

¹⁸ <http://www.eclipse.org.uk/eclipse/1411884/>

de 1883, com efeitos negativos para as observações astronómicas que duraram até 1887, o eclipse de 4 de Outubro de 1884 foi incluído em 1946 na lista dos eclipses mais escuros de que há registo, i.e.

1. 15 de Junho de 1620 - erupção do Hecla em 1619
2. 25 de Abril de 1642 - Taal, Luzon em 1641
3. 18 de Maio 1761 - Vesúvio e Peteroa (Chile) em 1760
4. 10 de Junho de 1816 - Tomboro em 1815
5. 04 de Outubro de 1844 - Krakatoa em 1883

O meteorologista e astrónomo amador espanhol Augusto Arcimis (1844-1910) assina o artigo de 23 de Setembro de 1884, Madrid, da Ilustracion Española y Americana de 30 de Setembro de 1884 explicando o que é um eclipse da Lua e descrevendo o que se irá passar a 4 de Outubro, diz,

ECLIPSE TOTAL DE LUNA

DEL 4 DE OCTUBRE DE 1884.

pg.

186

Para observar este eclipse total, notable por su duración, lo único que se necesita es un mediano reloj, puesto en hora el mismo día con la bola de la Puerta del Sol, y unos gemelos de teatro, mientras más claros mejores, aunque no sean muy poderosos.

A las 7^h empieza el fenómeno, penetrando la Luna en la penumbra terrestre; esta fase es algo difícil de observar, porque la falta de luz que experimenta el satélite es muy corta; sin embargo, al cabo de algunos minutos ya es perceptible, aunque siempre con trabajo.

A las 8^h tiene lugar el primer contacto con la sombra, en un punto del borde oriental de la Luna (esto es, a la izquierda), cerca del cual hay una gran mancha oscura, ovalada, que es el cráter de Grimaldi; a poca distancia, hacia el centro, se divisa un punto muy brillante, que es el pico de Keplero. Poco a poco se va extendiendo la sombra de color gris y de forma circular, prueba que el cuerpo que la produce, la Tierra, es redondo, hasta que ya bien invadido el disco lunar, el color del satélite, fuera parte de la región anterior de la sombra, es rojizo más o menos intenso. A las 9^h principia el eclipse total, y entonces desaparece el tono azulado, permaneciendo el cobrizo, que

á veces es tan claro, que parece que no hay eclipse; en otras ocasiones, tan profundo es el tono, que la Luna deja de ser visible por completo. Lo usual es que no desaparezca el satélite, y aún que puedan reconocerse los principales detalles de su suelo en la fase máxima del fenómeno ó medio del eclipse, que en el actual tendrá lugar á 9^h 47^m. En este instante, el color de la Luna es parecido al de un disco de hierro enrojecido; por largo tiempo fué esta coloración un fenómeno inexplicable, considerándola algunos como la luz propia de la Luna, hasta que Keplero demostró que era debida á la refracción de los rayos solares al atravesar la atmósfera de la Tierra; en efecto, la atmósfera absorbe casi todos los rayos que componen la luz del Sol, en particular los azules, dejando pasar los rojos, á lo cual se deben el color de este astro cerca del horizonte y los arreboles de la celebrada aurora. Como las condiciones meteorológicas de

nuestra atmósfera son variables, de aquí que los rayos luminosos que la atraviesen puedan ser más ó menos modificados en su composición, cambiando, por lo tanto, la coloración que ofrezca la Luna. En el presente eclipse no sería imposible que el color del disco lunar ofreciese algún aspecto particular á causa de la presencia en la atmósfera de las cenizas de Krakatoa, que han dado y dan lugar á las anormales iluminaciones crepusculares.

El eclipse total concluye á las 10^h 33^m, presentándose desde este momento, y poco á poco, el disco plateado de la Luna. Tanto en esta fase como en su homóloga anterior, conviene anotar los instantes en que la sombra invade ó abandona los principales cráteres y accidentes del suelo selenita, con cuyo objeto se puede tener á la vista un mapa de la Luna, tan corrientes hoy en los Atlas geográficos y en las obras de Astronomía.

A las 11^h 34^m tiene lugar el último contacto con la sombra, por un punto del limbo de la Luna, inmediato á un pequeño cráter llamado de Petavio, el famoso cronologista.

Este eclipse es visible en toda Europa y en gran parte de Asia y Africa.

Las horas que hemos dado para las principales fases se refieren á Madrid, y con diferencias de minutos son aplicables á casi todos los puntos de la Península.

AUGUSTO ARCIMIS.

Madrid, 23 de Setiembre de 1884.

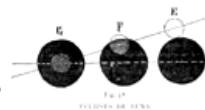


Fig. 1.
SOL, TERRA Y LUNA.

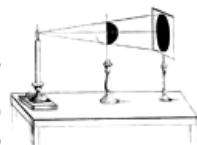


Fig. 2.
TELESCOPIO Y MONTAJE DE OBSERVACIÓN.

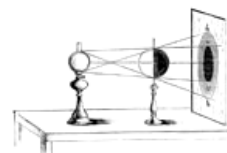


Fig. 3.
TELESCOPIO Y MONTAJE DE OBSERVACIÓN.



MADRID, 30 DE SETIEMBRE DE 1884

N.º XXXVI

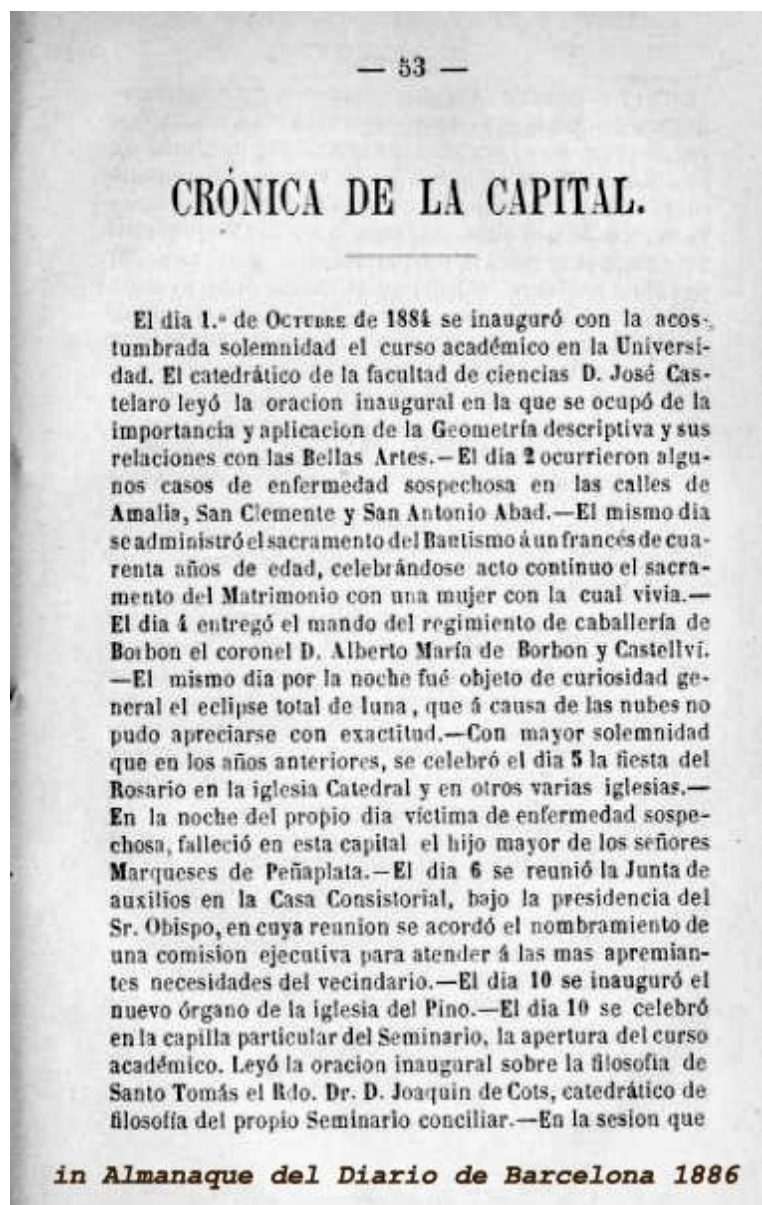
mencionando mesmo os possíveis efeitos do Krakatoa no eclipse.

Diversos almanaques europeus e americanos mencionam as horas locais das diferentes fases do eclipse. Infelizmente, o único almanaque português a que tive acesso, o António Maria, não menciona o eclipse, apenas a hora da Lua cheia às 9:26 (?) da tarde.

Registos do Eclipse total da Lua de 4 de Out 1884

A inclusão deste eclipse nesta lista e a sua classificação como um dos mais escuros registado tem sido muito contestada, baseando-se os cépticos nos registos de observação feitos no Reino Unido e França - «*..a esperada cor acobreada da Lua não aconteceu, ... apresentou-se de côr muito escura ... era uma névoa perceptível...*», conforme descrito no artigo da *Royal Astronomical Society of Canada*, disponibilizados pela *NASA Astrophysics Data System(ADS)*. Nalguns relatos, na fase de totalidade, o brilho da lua era a de uma estrela de 2ª grandeza e durante o seu máximo terá sido de 3.ª grandeza.

Em Espanha, de acordo com o Almanaque del Diário de Barcelona de 1886, não foi possível observar o eclipse por causa das nuvens,



O meteorologista e astrónomo amador espanhol A. Arcimis (1844-1910) publicou os resultados da observação do eclipse total da Lua de 4 de Outubro de 1884, segundo o artigo de Egaña, Aitor Anduaga¹⁹

No Brasil, a fase da totalidade foi totalmente vista ao início da noite. De facto, no Rio de Janeiro, no início da totalidade a Lua estava já a 5º de altitude e no eclipse máximo a 15º de altitude. Na agenda astronómica de José Brasilício de Sousa (1882-1909)²⁰ que observou o fenómeno em Florianópolis, as anotações indicam que a Lua eclipsada tinha o brilho de uma estrela de 3ª grandeza. Este mesmo eclipse vem relatado no jornal do comércio (Brasil) de 7 de Outubro de 1884.

Sabe a Lua já eclipsada apresentando o brilho de uma estrella de 3ª grandeza. Sua cor é parda escura, observada na luneta. Brilhão no céu todas as estrellas como se a Lua não se achasse acima do horizonte. Nem uma unica nuvem mancha a limpidez do céu. Observei a subida da sombra e todas as outras phases, com clareza. No principio da observação achava-se bem junto ao bordo S. da Lua uma pequena estrella.

Bibliografia e referências

Sobre o poema (textos de António Nobre)

Primeiros Versos e Cartas inéditas , Organização de Viale Moutinho,

Letras Esquecidas, Editorial Notícias, Lisboa 1982, pp. 33 e 168

PRIMEIROS VERSOS, Biblioteca de Iniciação Literária, Lello & Irmão - Editores, Porto 1984, pp. 15 e 161

Primeiros Versos : 1ª ed. Porto 1921; 2ª ed. Porto 1937; 3ª ed. Braga, 1945

Outros livros

Crato, N., Magalhães, A., Cidadão, A., Ré P.,(1999), *Eclipses— guia completo e acessível para observação dos eclipses*, 3ª edição, Gradiva, Lisboa, 2005

Castilho, Guilherme de, António Nobre, Colecção Poetas, Editorial Presença, Lda, Lisboa, 1988

Castilho, Guilherme de, *Vida e Obra de António Nobre* 3ª edição, Livraria Bertrand, Lisboa, 1980

CORRESPONDÊNCIA de António Nobre, 2ª edição, com organização, introdução e notas de Guilherme de Castilho, Biblioteca de Autores Portugueses, Imprensa Nacional, Casa da Moeda, Lisboa, Junho de 1982

Cláudio, M., António Nobre 1867-1900 Fotobiografia, Dom Quixote, Lisboa, 2001.

Diversos

Colóquio/Letras (Gulbenkian)

Figueiredo, Cândido de, *Nôvo Dicionário da Língua Portuguesa*, Lisboa 1899, Vol. I e II.

¹⁹ Egaña, Aitor Anduaga— *La Regeneración de la Astronomía y la Meteorología Españolas: Augusto Arcimís (1844-1910) y el Institucionismo*.

²⁰ <http://br.geocities.com/brasilicio/agenda/lua04out84.html>

AS 10 MAIORES DIFICULDADES DO RECÉM-CHEGADO À ASTRONOMIA AMADORA

GUILHERME DE ALMEIDA
g.almeida@vizzavi.pt

José Manuel (nome fictício) acaba de comprar o seu primeiro telescópio. Está entusiasmado com as maravilhas que espera ver através dele e com o que imagina vir a descobrir nessas observações. No entanto, logo na primeira tentativa, passa-se algo de errado: em vez das estrelas esplendorosas que esperava observar, não vê absolutamente nada! A Lua não é nítida como ele esperava e a imagem parece dançar. O que é que está a correr mal? Isto não é raro de acontecer, mesmo com os telescópios mais sofisticados actualmente disponíveis. Este artigo chama a atenção do leitor para as principais coisas que podem correr mal; poderá ajudá-lo a desembaraçar-se desses problemas e a começar as suas observações com sucesso.

Os erros mais frequentem cometidos pelos principiantes

Em diversas acções de formação sobre astronomia que tenho feito, após os princípios básicos, e depois de se ter explicado como se utiliza um telescópio, passa-se à parte das sessões de observação. E de todas as vezes há sempre alguém que me chama, a dizer, convictamente, que não consegue ver nada através do telescópio. E o que impede as observações é sempre algo simples, mas inesperado para o novato.

Dificuldade número 1: "não consigo ver nada"

O erro mais frequente é, de longe, o de começar com uma amplificação demasiado elevada. Isto resulta de não se conhecerem as oculares, ou de se querer "ver mais". Em Astronomia lida-se com muitos números e alguns são contra-intuitivos: o que parece maior poderá ser menor. Três é mais do que um, não é verdade? Então como é que uma estrela de terceira magnitude é *menos* brilhante do que uma de segunda magnitude? Isso é uma outra história, mas passa-se algo de parecido com as oculares: uma ocular de 10 mm de distância focal amplifica *mais* do que uma de 25 mm (no mesmo telescópio), apesar de a primeira ter marcado no seu tubo um número *menor*. Na verdade acontecem *cinco* coisas quando se aumenta a amplificação de um telescópio:

1. as coisas passam a ver-se obviamente maiores, mas isso significa que a quantidade de luz do objecto se espalhará, na retina do olho, por uma área aparente maior, por isso, as imagens parecem mais escuras;
2. o observador passa a ver uma porção menor de céu, tal como acontece quando se usa o *zoom* numa fotografia;
3. torna-se mais difícil apontar o telescópio para um objecto, mesmo que seja um objecto aparentemente grande, como a Lua;
4. as fragilidades da montagem evidenciam-se: o tubo do telescópio oscila facilmente e as imagens não param quietas, sobretudo se o telescópio for de iniciação;
5. as imagens observadas, em geral, já não serão tão nítidas, devido à turbulência atmosférica que se evidencia mais quando se utilizam maiores amplificações.



As baixas ampliações são úteis quando pretendemos olhar através de um telescópio para ver objectos grandes. Portanto, eis um cuidado essencial: quando se quer *encontrar* um objecto através de um telescópio, convém começar por uma baixa amplificação, o que significa começar por utilizar a ocular que tem o maior número gravado nela, geralmente 20 mm, 25 mm ou até mesmo 32 mm.

Dificuldade número 2: "não consigo apontar para o que quero ver"

A dificuldade mais frequente, logo a seguir, consiste em não saber alinhar o buscador, ou seja, o pequeno telescópio (quase uma miniatura) que está ao lado do telescópio principal, e que está lá precisamente para nos ajudar a apontar o telescópio e a encontrar os objectos que queremos observar. O buscador é quase sempre um pequeno telescópio de baixa amplificação ou (o que é cada vez mais frequente, porque os preços desceram) um apontador de ponto vermelho. E convém saber que os buscadores *não vêm alinhados de fábrica* e geralmente não vêm montados no tubo do telescópio. Para alinhar o buscador, comece por montar no telescópio uma ocular que dê uma baixa amplificação, digamos, uma ocular que tenha marcado 25 mm, ou um valor parecido. O procedimento essencial consiste em encontrar primeiro alguma coisa distante com o telescópio principal o que é mais fácil de fazer de dia, apontando o telescópio (como se este fosse o tubo de uma arma) para uma janela, um sino, uma antena, etc. Mantenha este objecto no centro do campo de visão do telescópio e ajuste o buscador de modo que esse mesmo objecto também fique bem centrado no campo do buscador. Para isso é que há, em volta dos anéis do buscador, pequenos parafusos de alinhamento. Refine o alinhamento do buscador utilizando uma amplificação maior no telescópio.

Alguns buscadores são aborrecidos de alinhar, e esse é um ponto fraco de muitos telescópios de baixo preço. Mas será mais fácil fazer este ajuste de dia, dado que os objectos terrestres não se movem com a rotação da Terra, como acontece com os astros. Mesmo nos mais sofisticados telescópios com *go-to* (busca automática de objecto celestes) será preciso alinhar bem o buscador, para poder apontar as estrelas de referência.

Dificuldade número 3: "não se consegue focar este telescópio"

Voltando às observações nocturnas, a partir do momento em que tenha centrado um objecto no seu telescópio o problema número 3 é a *focagem* desse objecto. Isto é especialmente importante no caso dos telescópios refractores, onde se utiliza quase sempre um espelho diagonal, para que o observador não tenha de se colocar em posições de contorcionismo para observar objectos a grande altura, no céu. Convém saber que o diagonal proporciona uma distância suplementar no focador (os fabricantes de telescópios têm isso em conta) e,



sem esse espelho diagonal, pode ser que não consiga focagem. Certifique-se, por isso, de que no caso de um refractor o diagonal está efectivamente montado no focador e a ocular montada nesse espelho diagonal. Mais uma vez, comece por utilizar ampliações baixas, subindo depois, se necessário. A Lua deverá mostrar um bordo bem nítido e as estrelas (pelo menos com baixa amplificação) devem focar como pequenos pontos luminosos, se isso não acontecer, encontrará mais informação nos restantes pontos deste artigo. E há ainda outro problema: é claro que se carregar com as sobranças contra a ocular fará com que o telescópio seja desviado da direcção em que estava: perderá o objecto de vista...

Dificuldade número 4: "as imagens não são nítidas e estão sempre a mexer-se"

Admitamos que o leitor começou agora a fazer as suas observações com um telescópio, mas está insatisfeito com o que está a conseguir ver. Uma coisa que nem sempre é óbvia é que o leitor tem realmente que *estar no exterior* para obter boas imagens. Não a observar *através* do vidro de uma janela, nem sequer através de uma janela aberta. Com binóculos, é possível fazer isso quase sempre, mas através de um telescópio, até mesmo amplificando apenas

50x, isso será suficiente para que o vidro da janela arruíne completamente a nitidez das imagens, ou que a turbulência do ar lhe estrague as observações.

Dificuldade número 5: "as imagens continuam pouco nítidas e a oscilar"

O próximo erro é levar o telescópio lá para fora e querer observar *imediatamente*. A menos que o leitor tenha a grande sorte de ter uma temperatura semelhante dentro e fora de casa, o telescópio estará geralmente a uma temperatura superior à do ambiente exterior à casa e terá de libertar esse calor para o ar nocturno envolvente. Isso causará correntes de convecção dentro do tubo e à sua volta que farão com que a imagem se recuse a ser focada e dance, especialmente quando se quer observar com amplificações mais elevadas. Essa "má visão", como é chamada no mundo das observações astronómicas, pode também ser causada pelas condições atmosféricas. Mas de facto o leitor tem de *dar tempo* para que o telescópio arrefeça primeiro. Deixe-o no exterior (em segurança, é claro) durante cerca de uma hora antes de começar a observar através dele, mas mantenha as superfícies ópticas cobertas, para dar ao telescópio tempo para arrefecer.

Dificuldade número 6: "não se vê bem, não é como nas fotografias"

Um problema muito frequente é que o leitor não consegue ver essas imagens fantásticas de nebulosas e galáxias com as cores exuberantes que aparecem nas astrofotografias que ilustram a caixa do telescópio. Isto não é em rigor um erro, porque nenhum telescópio permite mostrar visualmente os objectos do céu profundo da maneira como eles aparecem nessas fotografias. Na melhor das hipóteses, mesmo os objectos mais brilhantes do céu profundo aparecem através da ocular como ténues manchas difusas. Porém, mesmo tendo tudo isso em conta, as pessoas têm muitas vezes grandes dificuldades em encontrar aquilo que é suposto serem objectos *fáceis* de encontrar no céu.

Pode até acontecer que o leitor tenha um telescópio com *go-to* (busca automática de objectos), e mesmo assim não os consiga ver através da ocular. Pode acontecer que os objectos estejam apenas demasiado baixos no céu. Quanto mais baixo um objecto estiver relativamente ao horizonte, maior a espessura de ar que a sua luz terá de atravessar até chegar ao telescópio e menos brilhante o objecto aparecerá. Por outro lado, se houver poluição luminosa nesse local, o objecto baixo ficará numa região do céu onde a poluição luminosa será mais severa e o céu será por isso mais claro, dificultando ainda mais a detecção visual desse objecto. No caso de observar planetas, se estes estiverem baixos, a turbulência atmosférica será mais severa e a possibilidade de obter imagens desfocadas e ondulantes será maior, devido à turbulência atmosférica acrescida. Portanto, espere até que o objecto fique mais alto no céu, tão alto quanto seja possível.

Dificuldade número 7: "não consigo ver, mas dizem que este é um objecto fácil"

O erro número 7 consiste em assumir que todas as noites límpidas são iguais. Quando se quer observar objectos do céu profundo, teremos muitas vezes de esperar pelas noites mais límpidas e de ar mais transparente. As massas de ar frio, que se seguem a uma frente fria, são quase sempre as melhores, pois o ar frio contém menos água do que o ar morno e absorve menos luz. Por outro lado, as noites com alguma nebulosidade ou nevoeiro fino são óptimas para observar planetas, permitindo uma visão muito nítida e firme, sem ondulações, embora os tubos e as ópticas dos telescópios se cubram, nessas noites, de água que se condensa rapidamente sobre tais superfícies (caso não se tomem as devidas precauções, com sistemas activos anti-condensação). Em algumas noites, o leitor terá de desistir de fazer observações do céu profundo e dedicar-se a observar a Lua e os planetas.

Dificuldade número 8: "cheguei junto ao telescópio e não consigo ver nada"

Já foi dito que o telescópio precisa de se adaptar às condições térmicas da noite, para dar as melhores imagens. Os seus olhos precisam de se adaptar à obscuridade, especialmente se o leitor pretende fazer observações do céu profundo (nebulosas, galáxias e enxames de estrelas). O erro número 8 consiste em colocar seu telescópio lá fora a arrefecer, *enquanto* o leitor se entretém a ver televisão, ou a trabalhar no computador. Os ecrãs, as lâmpadas fluorescentes e as lâmpadas economizadoras de energia emitem bastante luz azul, que destrói (temporariamente, é claro) a adaptação dos olhos à obscuridade, muito mais do que a luz vermelha; portanto, quando o leitor



sai desse local a pensar que o telescópio já arrefeceu, e está pronto, os seus olhos *não estarão prontos*: precisarão de *nova espera*, para eles próprios se adaptarem à obscuridade e não será capaz de ver grande coisa durante os próximos 10 a 20 minutos. Por isso, enquanto espera, faça-o lá fora aproveitando esse tempo para fazer uma revisão rápida das constelações, ou para relembrar as posições relativas de algumas estrelas.

Para consultar mapas ou ajustar acessórios, uma fonte de luz vermelha atenuada é de grande utilidade para os astrónomos amadores, pois tem muito menos impacto na sua visão nocturna do que a luz branca ou de qualquer outra cor. Tente evitar o mais possível quaisquer luzes prejudiciais na sua vizinhança imediata. Escolha o sítio mais escuro que puder, de tal modo que não estejam lá luzes incomodativas no canto do seu olho. Se for necessário coloque um pano preto sobre a sua cabeça, enquanto observa através telescópio, para evitar todas as luzes parasitas. Não receie ser tomado por idiota, ou alvo de comentários ridículos, pois o ganho na detecção de objectos fracos é apreciável.

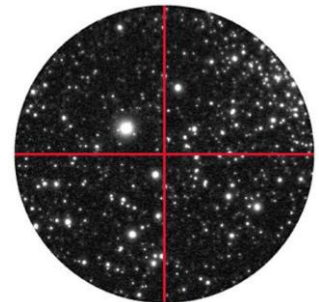
Dificuldade número 9: "os outros vêem, mas eu não vejo"

Continua a não conseguir detector os objectos subtis do céu profundo? Aponta o telescópio para lá (para onde pensa que eles estão) e não vê nada? Talvez o leitor esteja a esforçar-se demasiado. O erro número 9 consiste em olhar bem de frente e firmemente para sítio onde pensa que o suposto objecto se encontra. Acontece que o centro do campo visual do olho é a sua parte menos sensível à luz. Essa parte central da retina tem predominantemente células cónicas, menos sensíveis à luz, que permitem ver cores e pormenores finos, mas possui poucas células cilíndricas, que são muito mais sensíveis e abundam nas partes periféricas da retina. A visão periférica, chamada *visão lateral* ou visão desviada, permite explorar essa parte mais sensível do seu campo visual. Portanto, seja a olho nu seja através de telescópios (ou de binóculos), pratique a técnica da visão lateral, que significa que deverá dirigir a sua atenção para um ponto ao lado do objecto (cerca de 10° a 20°), prestando atenção ao que se passa em volta, em especial à região onde pensa que o objecto deverá estar. De repente, ele salta à vista!.

Dificuldade número 10: "não consigo encontrar"

Procure ter uma ideia da aparência do objecto que procura. Tente saber qual é o tamanho aparente dos objectos. Não espere que todos os objectos do céu profundo tenham dimensões aparentes tão grandes como a galáxia de Andrómeda, ou a nebulosa de Oriente. Muitas galáxias, como as do enxame da Virgem, são na realidade de dimensões aparentes minúsculas, e muitas nebulosas planetárias também são minúsculas, mesmo as mais brilhantes. Isso exige que se aumente a amplificação, se as queremos ver. Isso não só aumenta o tamanho aparente do objecto (visto com a ajuda do telescópio) como também escurece o céu, facilitando a detecção do objecto.

Se depois de tudo isto o leitor anda não consegue ver os objectos que procura, então sim, é de desconfiar do telescópio. A melhor maneira de começar esta investigação (se for um telescópio tiver um espelho secundário) consiste em retirar a ocular e olhar pelo centro do tubo do focador. O leitor deverá conseguir ver a abertura circular do telescópio, com uma sombra também circular no meio, causada pelo espelho secundário (a menos que o seu telescópio seja um refractor). Se tal sombra não estiver centrada, mesmo que tenha a certeza de que está a espreitar mesmo pelo centro, pode ser que o seu telescópio precise de atenção especial. Nesse caso, o seu telescópio precisará de ser *colimado*, o que já ultrapassa a temática deste artigo, mas tal informação está contida nas referências abaixo indicadas, onde o leitor encontrará tudo o que precisa de saber sobre a colimação de telescópios e sobre o modo como deverá ser feita.



Referências:

Sobre telescópios:

Almeida, G.— *Telescópios*, Plátano Editora, Lisboa, 2004.

Sobre o conhecimento do céu:

Almeida, Guilherme de — *Roteiro do Céu*, Plátano Editora, 5.ª edição, Lisboa, 2010.

Sobre astronomia e observações astronómicas em geral:

Almeida, Guilherme de — *Introdução à Astronomia e às Observações Astronómicas* (Plátano Editora, 7.ª ed., Lisboa, 2004.

Almeida, G. e Ré, P.— *Observar o Céu Profundo*, Plátano Edições Técnicas, 2.ª edição Lisboa, 2003.

NOVAS HISTÓRIAS DE ASTRONOMIA E ASTRÓNOMOS AMADORES (PARTE 5)

COORDENAÇÃO E ILUSTRAÇÕES DE GUILHERME DE ALMEIDA
g.almeida@vizzavi.pt

Continuam-se, nesta quinta parte, as histórias de astronomia e astrónomos amadores, contadas por quem as viveu e sentiu. Estes episódios, insólitos e inesperados, parecem à primeira vista difíceis de acreditar, ou saídos de um filme, mas são mesmo *reais*. Agradeço mais uma vez, aos *respectivos autores*, o envio destas histórias tão interessantes. As quatro partes anteriores da mesma série foram publicadas nesta revista, nos números 12, 13, 14 e 15 (respectivamente).

1. Danças com Raposas

Numa das nossas incursões à Serra da Estrela, em Novembro de 2007, aconteceu o episódio insólito que passo a descrever. Fomos observar para Chão de Éguas junto às Penhas Douradas, e como sempre levámos o nosso farnel para apoio à longa noite. A mesa fica posta, para que todos possam ir-se restaurando conforme as vontades. A dada altura ouvimos sons vindos da mesa, que associámos a uma ligeira brisa que se sentia na altura. Um pouco depois, uma restolhada mais intensa vinda da mesma direcção pôs-nos de sobreaviso. Vimos então o saco do pão a andar pela noite dentro! Estávamos a ser assaltados!

Dirigimo-nos à mesa e constatámos que além do pão já tinha desaparecido o queijo, o presunto e os bolos!!! Restavam o chouriço, a fruta e as cervejas. Pegámos na mesa e colocámo-la junto a nós, e continuámos a observar. Novo ruído na mesa. Apontámos a lanterna, e uma raposa descarada em cima da mesa tratava calmamente do chouriço! E tudo ali, a um metro de nós! Depois disto, a raposa circulou entre nós sem mostrar o mínimo medo, tendo inclusivamente vindo comer à mão! Soubemos mais tarde que um grupo de trabalhadores tinha por ali estado numa empreitada e tinha habituado esta raposa a vir comer à mão. Felizmente que não a ensinaram a abrir garrafas de cerveja!



José Ribeiro, Lisboa, jmscrib@gmail.com

2. Um susto com muita adrenalina

Vou algumas vezes observar para a Atalaia, a sul de Lisboa. Aos sábados costuma haver sempre alguém a observar lá. Há uns dois anos, a meteorologia assegurou-me que a noite seria de céu limpo. Mesmo assim pode acontecer que, devido a dúvidas meteorológicas, ninguém lá apareça; e assim aconteceu!...Fiquei portanto sozinho na Atalaia, mas nem isso nem a falta de uma lanterna me impediram de montar o telescópio para observar.

Estava eu a finalizar o alinhamento polar, quando comecei a ouvir uns ruídos a que dei pouca importância. Eu olhava, olhava, e não via nada. Os barulhos começaram a parecer-se com movimentos suspeitos da vegetação e os meus olhos continuavam sem identificar vivalma. Seguidamente o tom subiu para uns suspiros ocasionais animais e algo pesado a pisar a areia, vindos da cerca que rodeia o recinto. Mas pareciam estar mais próximos do que a cerca: estavam *dentro* da cerca, onde eu também estava! Nesta altura, a minha adrenalina já me tinha ordenado que desmontasse o equipamento, assustado e com pressa! Mal passei o "ponto sem retorno" na desmontagem do telescópio, identifiquei finalmente o ruído equestre ajudado por um forte "aroma" cavalares que se fez sentir...

Naquele momento, ainda com algo pesado na mão (talvez um contrapeso), senti-me enganado pela escuridão, ao imaginar algum inimigo invisível com mais de quatro patas e uma cabeça. Nunca cheguei a ver o bicho mas, antes do meu nariz o ter conseguido identificar, já pensava em touros, felinos e mais animais perigosos, inimigos de astrónomos!

Filipe Dias, Lisboa, filipe.marques.dias@gmail.com

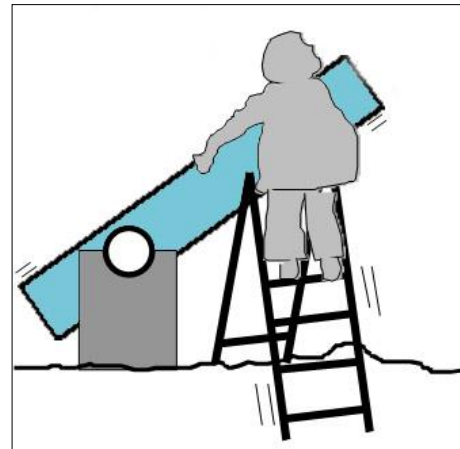
3. Observador atacado por telescópio de Dobson furioso, em noite de "First Light"

Ontem fiz a minha "First light" com o meu novo *Truss Dobson* de 12" que comprei ao Raimundo. Estava vento, alguma turbulência, o que é raro na zona da Beloura (calculo que foi por o dia ter estado abruptamente quente).

Começo a transportar o "bicho" lá para fora. De imediato fui atacado furiosamente (não pelo o Raimundo...mas pelo telescópio) com um movimento brusco e imprevisível do focador, enquanto o estava a encaixar na base. Este dá-me uma "naifada" traiçoeira no rosto ao ponto de ter de voltar a casa para estancar o sangue.

Cinco minutos mais tarde lá consegui montar o bicho no jardim do condomínio. Desliguei as luzes dos candeeiros cá fora e abri a minha mesinha de campismo, com o *Asus eee* pc portátil de 10" (que dura horas e horas) e o *Stellarium* em ecrã vermelho. Banquinho de baterista e uma barra de 240 g de chocolate Cadbury e estava pronto. Meia horita a arrefecer o espelho e a adaptar a visão, lanterna vermelha na mão, toca de experimentar os filtros OIII e Baader Moon & Skyglow na única ocular de 2" polegadas. A Sirius Plossl de 1.25" também estava ali à mão.

Decidi fazer um par de observações a uma estrela dupla (Mizar) e a Saturno, claro. Só para testar o telescópio. Bom, depois disto...pus em acção o meu novo sistema *Goto: Intelliscope*. Comecei por duas estrelas de referência (Denébola e Polaris, a 60º uma da outra, no mínimo): duas tentativas falhadas. Serei eu que sou verde demais? Será o "Stop Knob" que não está exactamente montado na vertical (faz apenas na montagem do Dob - depois até o podemos ter montado na rampa da Falperra) De volta ao manual. Eureka!!! Entrada de informação inicial no menu: devia ter carregado num botãozinho!!! Grande telescópio este *Truss Dobson* 12 polegadas.



Paulo Mesquita, Beloura/Sintra, cybermices@hotmail.com

4. Acrobacias instrumentais arriscadas

Andava eu ainda sozinho a fazer o observatório (CROW) e a dar manutenção quando tive de retirar o setup que estava em cima da GM8 (19 kg mais coisa menos coisa). Lá usei o banco da *Makro* de dois ou três degraus para subir, abrir o parafuso e retirar o material. Ora com isto tudo, quando é que se dá o queijo?

O banco, que ficara mal aberto, dá um estalo quando estou a puxar o material fora com as embraiagens abertas (eram 2 da manhã e aquilo não tem vivalma acordada a uns 20 km)...

Foge-me o pé, quando dou conta bato com o outro pé no chão, o material vem direito à minha cara e levo com a DUP mesmo no lábio superior com o material todo em cima... Para os que quiserem acreditar, com aqueles cabos todos agarrados à montagem, sem ponto de apoio, a minha preocupação foi o material não cair ao chão (assim como assim já tinha levado com tudo na cara mesmo, por isso)...

Moral da história, torno a subir o banco (abri-lo de novo com os pés foi uma obra e peras) com uma dor nas costas do cacete (ainda doía mais que o lábio) com o material em braços sem poder deixar descair por causa dos cabos nas câmaras, robofocus, roda de filtros etc... Meto tudo aquilo em cima da montagem e torno a apertar tudo no sítio, com uma mão a segurar o material e outra a apertar a DUP no sítio. Só cortei o lábio por dentro, com o dente... a DUP ficou boa sem um arranhão!

Aquilo aprecia um número de circo... Isto tudo demora um minuto no máximo a acontecer do início ao fim mas é daqueles minutos que demoooooooooooooram a passar.

Fica o aviso, quando puderem, façam estas coisas com um camarada por perto, em especial se não tiverem ninguém por perto. Se aquilo me batesse na cabeça e aterrasse ali (de sexta feira para sábado) as pessoas só esperavam um contacto meu no domingo à noite... Aprendi a lição e evito isto ao máximo sempre que posso.

José Canela, Alentejo, jcanela@comstore.pt

5. As temperaturas das estrelas

Um professor colocou no teste do 10.º ano um conjunto de algumas estrelas com a indicação da respectiva cor, perguntando qual das estrelas era a mais fria.

O aluno, ignorando a lista de estrelas que o professor deu, respondeu:

— A estrela mais fria é a estrela *Polar*.

Jacinto Castanho, Coruche, jacinto.castanho@sapo.pt

6. Focar para observar melhor

Da primeira vez que eu tive oportunidade de observar através de um telescópio, toda a minha observação decorreu numa situação que agora, só dá mesmo é para rir: Eu estava ansioso, pois era a minha *first light*. Durante toda a sessão de observação, que durou cerca de 2 horas, fomos percorrendo o céu, passando de objecto em objecto, conduzidos por um observador experiente. Eu, estava simultaneamente maravilhado (pelo que tinha podido observar) e desiludido: achei que a qualidade da imagem não era grande coisa. No final perguntaram-nos se gostámos. Eu respondi que sim, embora achasse que os objectos se observavam um pouco desfocados. E disse-o imediatamente.

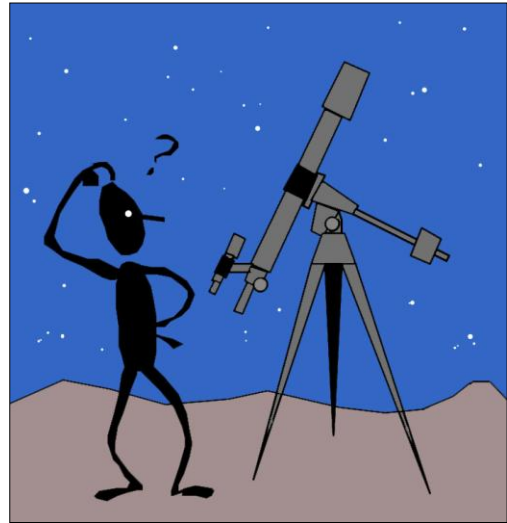
Desfocados? — respondeu a pessoa que nos conduziu nas observações; mas existe aqui um botão que permite focar!

— Onde? - digo eu

— Aqui!

Observei novamente, foquei, e aí sim, o deslumbramento foi total. Nesse momento pensei: Tenho que comprar um telescópio! Tinha observado toda a noite, com uma focagem imprópria para a minha visão. Agora, sempre que alguém observa pelo meu telescópio, a primeira coisa que digo é: tem aqui um botão para focar...

Paulo Coimbra, Chaves, prcoimbra@sapo.pt



7. Uma estrela demasiado parada, ou um seguimento demasiado bom...

Em Outubro de 2008, depois de ter pedido muitos conselhos a um astrofotógrafo digital mais experiente (o Luis Campos) e pós ter recebido a interface que ele me recomendou, para a EQ6 fazer autoguiagem, tirei uma noite de sábado para me iniciar.

Já tinha uma *Webcam* modificada e tudo parecia preparado. Com o objecto a fotografar já centrado no telescópio, virei-me para a luneta-guia e coloquei-lhe a dita *Webcam* com alguma esperança de encontrar facilmente uma estrela capaz, sem ter de utilizar primeiro a ocular reticulada. Na verdade, *ali estava* uma estrela um pouco à direita do centro, que estava muito quietinha. Pareceu-me ideal para o que eu queria!

Maravilha, pensei eu. E toca a pôr o PHD a funcionar (obviamente era também a 1ª. vez que utilizava (tentava utilizar) o programa. Tudo correu bem, o *software* começou a calibrar. Uns minutos depois, apareceu a mensagem: "Impossível calibrar, a estrela não se move o suficiente".

Ora essa, pensei eu, então isso não é o ideal? Só depois "descobri" que *aquilo* não era uma estrela, mas sim um pixel furado (*hot pixel*) que hoje em dia é de estimação, mas que já não me engana mais.

Carreira Martins, Valongo, carreiramartins@yahoo.com.br

8. Um belo baloiço

Era uma vez, em tempos idos, quando estávamos mais de 3 dezenas de observadores no local de observação (muita juventude) e, já farto de "leccionar" com o meu todo-o-terreno Dobson de 10 polegadas, pedi a duas crianças (de 9 ou 10 anos, não mais) que tomassem conta do telescópio e observassem estrelas até se fartarem....

Com autonomia própria ou não, se observaram coisa de jeito, desconheço, mas na certeza, porém, quando alguns de nós reparamos, lá estavam os 2 miúdos a divertirem-se com a astronomia..., ou seja: improvisaram um baloiço (não sei bem se é esse o nome daqueles cavalitos que se encontram nos parques de diversão...) com o Dob, um sentado sobre o espelho primário e outro sobre o secundário (junto ao focador).... É verídico. Há testemunhas....

Francisco Gomes, Almada, fjlgomes@yahoo.com.br

9. O novo cometa Vénus: para rir ou para chorar

(...) Uma noite, pelas 21 h, dava o meu pequeno passeio, pós jantar, na Estrada da Luz. A certa altura reparei que, sobre os terrenos do Zoo, Vénus já brilhava bem; tentei ver Marte tapando a luz dum candeeiro com a mão, mas era demasiado cedo. Chegou-se a mim um cavalheiro cujo passeio incluía o do cão, com aparência de quem tem mais que a 4.ª classe; ficou a olhar e disse:

— "Parece uma estrela mas não é".

Como o português não tem declinações nem usa a troca do verbo pelo sujeito, como o francês, só pela entoação não consegui intuir se era pergunta ou afirmação, mas respondi:

— "pois não, é Vénus".

A seguir veio o que me fez ficar de boca aberta por uns bons segundos:

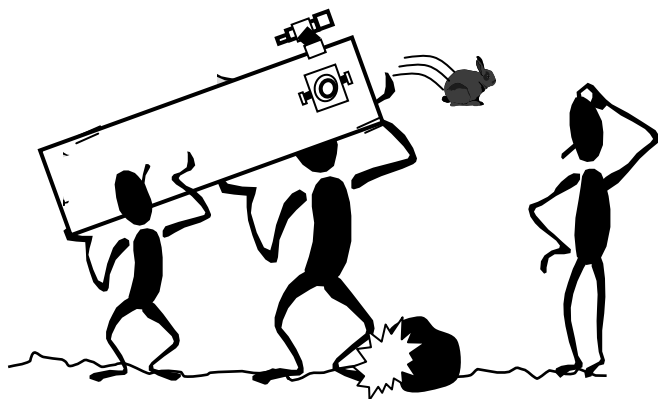
— "mas, é um cometa?"

Carreira Martins, martinsze@oniduo.pt

10. Depressa e... mal

Uma noite destas, Vénus, Marte e Saturno estavam magníficos e mesmo a jeito de chamar os meus familiares. Antes do jantar deixei o telescópio destapado para equilibrar as temperaturas e logo depois do jantar fomos todos ver os planetas.

Eu estava todo contente, a saborear antecipadamente o seu contentamento por ver estes objectos. Liguei o telescópio e carreguei nos botões do comando que estava parqueado. Seleccionei em primeiro lugar Vénus e logo o telescópio moveu-se... em direcção do centro da Terra! É que num comando *goto* da *Skywatcher* quando está parqueado, o primeiro comando é aceitar a sua posição de parqueamento. Conclusão: envergonhado, tive que procurar Saturno à mão, com a ajuda do buscador e lá consegui pelo menos que, assim como a Lua; desconfigurei o mapeamento do céu já efectuado e perdi uma quantidade de pontos na adesão dos familiares!



José Moura, jcardosomoura@gmail.com

11. Geocentrismo forçado: "Eu é que sei!"

Uma aventura de astrónomos contada por um amigo meu, passada há muitos anos. Esse amigo e um seu companheiro de trabalho foram observar o céu num fim-de-semana.

Como Sol quase no horizonte poente, já com o telescópio montado, estavam a dar-lhe os últimos retoques quando surgiu um rebanho de ovelhas a caminho do redil e o respectivo pastor com um belo bordão. O homem aproximou-se muito curioso e perguntou-lhes timidamente que experiência é que estavam a fazer. Os dois amigos explicaram e o pastor ficou muito interessado, escutando tudo. O rebanho seguia o caminho que bem conhecia.

A dada altura, o pastor ficou furioso ao ser informado de que o Sol estava parado e era a Terra que rodava. À medida que lhe tentavam explicar, o melhor possível, essa conhecida ilusão, o homem encolerizava-se cada vez mais; até que brandiu o cajado à frente dos narizes dos dois já amedrontados astrónomos pois o pastor era hercúleo.

"Eu posso ser estúpido mas não sou parvo! Eu bem vejo o Sol nascer ali atravessar o céu e pôr-se além e vocês estão a dizer-me o contrário? Apanham uma bordoadinha no lombo e ficam logo a saber quem é que anda!"

Contra argumentos tão poderosos há que abjurar. Penso que a aventura foi verdadeira e que não fui ludibriado

Secundino Mendão, mendao.2@sapo.pt

NORMAN ROBERT POGSON E A ESCALA DE MAGNITUDES ESTELARES

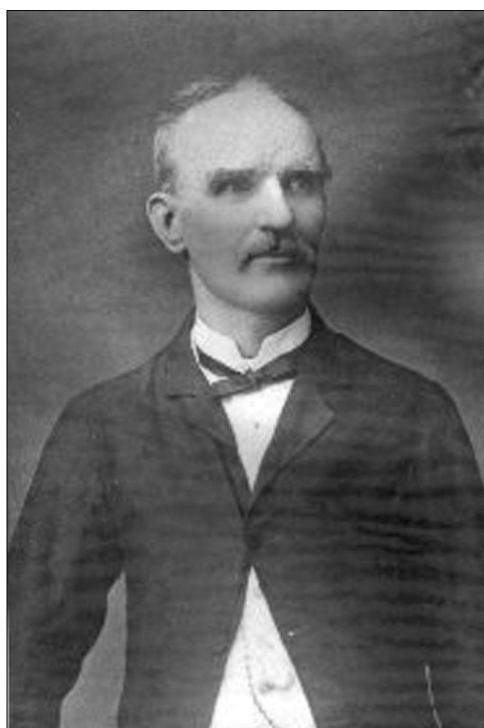
GUILHERME DE ALMEIDA
g.almeida@vizzavi.pt

Pogson é pouco conhecido fora dos círculos científicos, embora tenha dado grandes contribuições à Astronomia. Astrónomo britânico, passou a maior parte da sua carreira na Índia, então colónia inglesa pouco visível para a comunidade científica internacional. Foi o fundador da astrofotometria quantitativa moderna, mas não publicou explicitamente esse seu trabalho. Como pessoa, era de carácter forte e opiniões bem vinculadas. Tentava ter boas relações com os outros astrónomos, mas tinha tendência para criar inimizades nos locais onde trabalhava. Isso prejudicou-lhe o reconhecimento de uma carreira brilhante. Será para sempre recordado pela sua escala de magnitudes, quantificada pela equação com o seu nome, e pelos trabalhos em estrelas variáveis e asteróides. Neste artigo acompanharemos a sua vida e o desenvolvimento da sua famosa equação. Em artigos seguintes veremos várias aplicações práticas dessa mesma equação.

Primeiros tempos

Norman Robert Pogson, astrónomo britânico, nasceu em 23 de Abril de 1829, em Nottingham, localidade de nome bem conhecido por todos os que admiram as aventuras do mítico *Robin Wood*.

O seu pai, George Owen Pogson, era um fabricante de roupa interior, com posses para sustentar uma grande família. O pequeno Norman Pogson era uma criança fascinada pela ciência, entusiasmo que a sua mãe apoiou. Aos dez anos, o seu pai teve de se mudar para Manchester, onde o jovem Norman Pogson teve lições particulares de trigonometria e outros ramos da Matemática. Apesar de muito talentoso para esta disciplina, aos 16 anos desistiu dos estudos formais e decidiu que a sua profissão seria ensinar Matemática e as lições que deu vieram a ser-lhe muito úteis para obter o primeiro emprego. Um seu conterrâneo de Nottingham, John Hind (filho de um importante astrónomo), ficou impressionado com as suas aptidões e sugeriu aos pais de Pogson que o enviassem para Londres, para o *George Bishop's South Villa Observatory*, onde o seu pai, o astrónomo John Russel Hind, trabalhava. Com uma carta de recomendação nas mãos, Pogson chegou a Londres em 1846, com 17 anos, para começar a sua vida de astrónomo.



Norman Robert Pogson, astrónomo britânico (1829–1891).

Astrónomo confirmado

Apesar de jovem, Pogson tinha já amplos conhecimentos de astronomia e calculou, apenas com 18 anos, as órbitas de dois cometas. Em 1849 casou com Elisabeth Ambrose, que o acompanhou durante boa parte da sua carreira. Até 1851 foi professor de matemática tendo sido, nesse ano, auxiliar no *South Villa Observatory*, onde descobriu as variabilidades das estrelas R Cygni em 1852, R Ursæ Majoris, R Ophiuchi e R Cassiopeiae (em 1853). Iniciou sua carreira profissional como astrónomo "do quadro" do *Bishops Observatory* em 1851.

No ano seguinte, por recomendação de George B. Airy, aceitou o convite para um lugar de assistente no *Radcliffe Observatory*, em Oxford (1852), dirigido pelo já famoso astrónomo inglês Manuel John Johnson (nascido em Macau). Nesse tempo, Johnson a fazer os primeiros estudos e medições envolvendo fotometria estelar, tendo verificado, através de medições fotométricas, que a relação de brilhos entre as estrelas de duas magnitudes sucessivas era, em média, 2,43. Estes trabalhos foram o embrião da escala de magnitude estelar, posteriormente desenvolvida por Pogson, como veremos adiante. Foi em Radcliffe que Pogson anunciou a descoberta dos seus primeiros três asteróides: (42) Ísis, (43) Ariadne e (46) Hestia.

Breve historial da medição relativa do brilho das estrelas

Antes de entrarmos na escala de Pogson, é conveniente conhecer o contexto em que ela surgiu, para melhor apreciarmos o seu valor e vantagens. Para isso traçaremos um brevíssimo resumo das tentativas feitas através dos tempos para comparar os brilhos das estrelas entre si.

Quanto ao brilho das estrelas, no início do século XIX os astrónomos ainda seguiam aproximadamente a tradição que vinha da escala do astrónomo grego Hiparco (190-126 a.C.), que tinha classificado as estrelas por brilhos, em seis classes ou "grandezas" de tal modo que as estrelas mais brilhantes do céu, as primeiras a aparecer após o pôr do Sol, eram designadas como estrelas de "primeira grandeza"; as seguintes, um pouco menos brilhantes foram por ele designadas de "segunda grandeza", e assim sucessivamente; por fim, as estrelas mais débeis, no limiar da detecção a olho nu, as últimas a aparecer em plena noite fechada, foram designadas como estrelas de "sexta grandeza". Mais tarde, no século II d.C., o astrónomo Ptolomeu continuou esta ideia, com pequenos refinamentos, indicando algumas subtilidades como, por exemplo, "ligeiramente mais brilhante do que a 5.^a grandeza", "ligeiramente menos brilhante do que a 4.^a grandeza", etc. Em 1609-1610, ao aperceber-se que através do seu telescópio podia ver estrelas inacessíveis a olho nu, Galileu Galilei (1564-1642) teve necessidade de considerar uma "sétima grandeza" para as enquadrar. Todas estas ideias foram úteis nas respectivas épocas, como primeira apreciação. Tratava-se, contudo, de escala ainda grosseiras e essencialmente qualitativas.

Ainda na primeira metade do século XIX os astrónomos deparavam-se com a falta de objectividade na determinação da "grandeza" (depois chamada "magnitude") de cada estrela. Não havia um critério ou escala uniforme e a *mesma estrela* poderia ser indicada com magnitude diferente consoante o astrónomo que a classificava. Podia haver uma diferença de mais de 3 magnitudes (sobretudo nas estrelas de brilho mais débil, acima da 7.^a magnitude). E isto acontecia entre astrónomos observadores experientes e consagrados, como Friedrich Struve, William Bond, John Herschel, o lendário Almirante Smyth e outros. A situação era tão grave que o prestigiado William Dawes, em 1851, afirmava:

"As magnitudes das estrelas telescópicas são indicadas por valores tão diversos por diferentes observadores, tornando impossível antecipar a aparência de um dado objecto num telescópio de um dado tipo e dimensões, sem fazer referência à escala de magnitudes adoptada pelo observador que indicou essa magnitude para a estrela em questão."

E dizia ainda:

"A adopção de um valor numérico [para a magnitude de uma dada estrela] para representar um certo nível de brilho tem sido, tanto quanto sei, puramente arbitrária."

Neste contexto, William Dawes fez um apelo vigoroso à comunidade astronómica, solicitando que o nome do observador fosse associado às determinações de magnitude estelar por ele indicadas, ou que a escala por ele usada fosse explicitamente referida, para evitar confusões ou ambiguidades.

A equação de Pogson

Em Radcliffe, enquanto acompanhava os trabalhos astrofotométricos de Johnson, Pogson fez as suas próprias medições da relação de brilhos entre estrelas com diferença de uma magnitude, tendo chegado ao valor 2,4, semelhante ao de Johnson. Por outro lado, já muito antes, John Herschel, quando esteve no Cabo da Boa Esperança (1834-1838), mostrou que, *em média*, uma estrela de primeira magnitude (caracterizada pelo critérios de Hiparco e Ptolomeu) é 100 vezes mais brilhante do que uma estrela de sexta magnitude. Pogson sugeriu (em 1856) que tal facto fosse considerado como uma referência.

Estas medições, na (ainda) ausência de fotómetros suficientemente sensíveis eram feitas diafragmando um telescópio até que uma dada estrela ficasse *no limiar mínimo de visibilidade* (método de Dawes), ou diafragmando o telescópio (abertura D) até que a estrela *deixasse de ser detectável* (critério mais fiável seguido por Pogson). O mesmo método era utilizado para outra estrela de comparação. Sendo m_1 a magnitude da estrela 1 no limiar da extinção com a abertura D_1 e m_2 a magnitude de *outra estrela 2*, no limiar utilizando a abertura D_2 , e sabendo-se que o fluxo luminoso recolhido da estrela é proporcional à *área utilizada* da objectiva do telescópio, pode concluir-se que a relação de brilhos entre as estrelas 1 e 2 é (sendo por exemplo $m_1 > m_2$)

$$\frac{\text{brilho da estrela 2}}{\text{brilho da estrela 1}} = \frac{\pi \left(\frac{D_1}{2}\right)^2}{\pi \left(\frac{D_2}{2}\right)^2} = \frac{D_1^2}{D_2^2} \quad \text{[Equação 1]}$$

A equação 1 dá a a razão (quociente) entre os brilhos de duas estrelas em medição, pela razão inversa dos quadrados das aberturas limite em causa. Este foi um dos métodos seguidos, por vários astrónomos observadores, para determinar a razão (R) entre os brilhos de estrelas diferindo uma magnitude entre si. O problema é que *os resultados desse quociente não eram uniformes*. Mesmo medindo relações de brilho entre muitos pares de estrelas, para obter valores médios, os resultados teimavam em divergir (e bastante) de observador para observador: Seinheil,

em Munique obteve para tal quociente, o valor 2,83 (utilizando 26 estrelas entre as magnitudes 1 e 4); Stampfer obteve 2,519 trabalhando com 132 estrelas entre as magnitudes 4 e 9,5. O próprio William Dawes considerava que tal razão deveria ser igual a 4! Perante tal disparidade (veja-se a **nota final 1**), Pogson sentiu-se à vontade para definir qualquer escala de magnitudes, desde que a especificasse (e os resultados de Stampfer, inspiradores, baseavam-se numa ampla amostra). Utilizando a equação 1, e se as magnitudes m_1 e m_2 forem conhecidas, pode ser estabelecida uma expressão matemática adequada, que relacione a *diferença* de magnitudes com o quociente (razão) entre os brilhos respectivos. Os logaritmos adaptam-se muito bem a este contexto. Tal relação será

$$(m_1 - m_2) \log R = \log \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2 \quad \text{ou, ainda,} \quad (m_1 - m_2) \log R = 2 \log (D_1 - \log D_2) \quad [\text{Equação 2}]$$

[**Nota:** neste artigo utilizaremos a notação simbólica "log" para indicar logaritmos de base 10 ($\log x = \log_{10} x$)].

Medidas experimentalmente as duas aberturas limite, D_1 e D_2 , e a magnitude de uma estrela de referência (m_1), poderemos recorrer à equação 2 para determinar a magnitude (m_2) da outra estrela, desde que se conheça R . Para isso, Pogson procurou ajustar-se aos resultados de John Herschel: se a diferença $m_1 - m_2 = 5$, o quociente entre os brilhos deveria ser 100. Para este caso particular, teremos

$$5 \log R = \log 100, \quad [\text{Equação 3}]$$

onde R é o número procurado por Pogson, que é exactamente $R = 10^{0,4} = 2,5118864...$ igual à raiz quinta de 100. O seu logaritmo decimal vale precisamente 0,400. Este valor $R = 2,5118864...$ passou a ser conhecido como *razão de Pogson* e é frequentemente arredondado para 2,512. Nas próprias palavras de Pogson:

"Eu escolhi 2,512 por conveniência de cálculo porque o recíproco [inverso] de $0,5 \log R$, é uma constante que ocorre frequentemente nas fórmulas fotométricas, neste caso, 5". [Tradução livre].



A torre do observatório Radcliffe, que funcionou de 1773 até 1934. Aqui trabalhou Norman Pogson, em princípio de carreira, de 1852 a 1859.

Esta afirmação de Pogson equivale à expressão $1/(0,5 \log R) = 5$ e o valor de R é o anteriormente indicado $2,5118864... \approx 2,512$. O facto de $\log R = 0,400$ é uma grande vantagem para os cálculos.

Prosseguindo estas investigações, Pogson desenvolveu em 1856 um modelo matemático preciso para classificação de magnitudes estelares, aplicável ao brilho das estrelas e de outros astros: a magnitude visual, ou magnitude aparente, uma medida da percepção do brilho de um corpo celeste visto a partir da Terra. De acordo com Pogson, uma estrela de primeira magnitude será 2,512 vezes mais brilhante do que uma de segunda magnitude. Uma estrela de segunda magnitude será 2,512 vezes mais brilhante do que uma outra de terceira magnitude, e assim sucessivamente. Para uma diferença de 3 magnitudes, a razão entre os brilhos correspondentes será $2,512^3$; generalizando, para a diferença $m_1 - m_2$, com $m_1 > m_2$ a razão de brilhos será $2,512^{(m_1 - m_2)}$.

Em termos modernos, e porque o brilho de uma estrela é proporcional ao fluxo luminoso (Φ) que dela recebemos por unidade de área, a **equação de Pogson**, base da sua escala de magnitudes, é dada pela expressão

$$2,512^{(m_1 - m_2)} = - \frac{\Phi_1}{\Phi_2}, \quad [\text{Equação 4}]$$

onde m_1 e m_2 são as magnitudes aparentes de duas estrelas, 2,512 é a razão de Pogson, Φ_1 e Φ_2 são os fluxos luminosos por unidade de área orientada perpendicularmente à luz recebida (o fluxo luminoso por unidade de área denomina-se *iluminação* e mede-se

actualmente em lux); o sinal de "menos" (–) indica que a escala está elaborada de tal modo que menor brilho corresponde a maior magnitude: $m_1 > m_2$ implica $\Phi_1 < \Phi_2$. A escala de magnitudes de Pogson foi provavelmente a sua contribuição mais notável, pela qual ficou conhecido para a posteridade. A equação de Pogson pode escrever-se sob várias formas equivalentes, como se indica seguidamente

$$2,512^{(m_1 - m_2)} = \frac{\Phi_2}{\Phi_1}; \text{logaritmando, obtemos } (m_1 - m_2)0,4 = \log\left(\frac{\Phi_2}{\Phi_1}\right), \text{ ou seja, } m_1 - m_2 = 2,5 \log\left(\frac{\Phi_2}{\Phi_1}\right),$$

[Equação 5A]

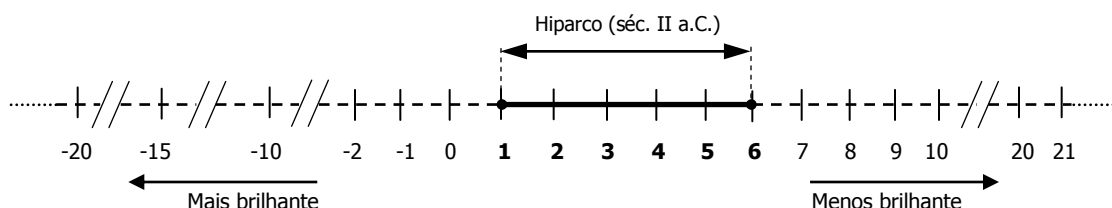
[Equação 5B]

[Equação 5C]

onde o segundo membro da equação 5A exprime o número de vezes que a estrela de magnitude m_2 é mais brilhante do que a estrela de magnitude m_1 (as equivalências indicadas resultam das propriedades dos logaritmos e a equação 5B é equivalente à anterior equação 2, pois $\log R=0,4$). R pode ser definido como $R=\Phi_m/\Phi_{m+1}$.

Com os critérios matemáticos de Pogson, a escala de magnitudes ficou bem quantificada e foi rapidamente aceite pela comunidade astronómica mundial, após o reconhecimento dos influentes astrónomos Edward Pickering e Charles Pritchard, que a usaram e adoptaram nos seus próprios trabalhos. A partir daí nunca mais se colocou a questão de a magnitude aparente de uma mesma estrela diferir significativamente de astrónomo para astrónomo. Foi possível incluir, na escala de Pogson, o Sol, a Lua e os planetas, asteróides, etc., levando ao seu *alargamento* em ambos os sentidos:

- **Alargamento da escala no sentido dos astros mais brilhantes do que a 1.^a magnitude** : as estrelas 2,215 vezes mais brilhantes do que as de 1.^a magnitude foram designadas de magnitude 0 (zero); as que são 2,512 mais brilhantes do que as de magnitude zero foram classificadas com a magnitude -1, etc; por exemplo, a estrela Vega foi classificada na magnitude 0 (nas medições actuais 0,03); a estrela Sírio foi classificada com a magnitude -1,5; Vénus, no seu máximo brilho apresenta a magnitude -4,6; a lua-cheia apresenta (em média) a magnitude -12,7; o Sol foi classificado com a magnitude -26,7. Podemos ver que os astros mais brilhantes do que a magnitude zero têm magnitudes negativas.
- **alargamento da escala no sentido dos astros menos brilhantes do que a 6.^a magnitude** : incluindo astros de brilho mais débil, apenas detectáveis com telescópios: definiu-se a magnitude 7 para as estrelas 2,512 vezes menos brilhantes do que as de magnitude 6; as que são 2,512 vezes menos brilhantes do que as de magnitude 7 foram classificadas na magnitude 8, etc. Por exemplo, a magnitude 6,4 para o asteróide Pallas (na oposição); 7,8 para Neptuno (na oposição); magnitude 11 para as estrelas 100 vezes menos brilhantes do que as de magnitude 6, etc. (**Nota:** o limite de detecção telescópica *visual* nos tempos de Pogson correspondia aproximadamente à magnitude 16; actualmente (2010), o limite de detecção *astrofotográfico* situa-se aproximadamente na magnitude 30).



Representação gráfica da escala de magnitudes, destacando-se a escala inicial de Hiparco (a **negro**) e o seu alargamento em ambos os sentidos. A escala é *obviamente contínua*, mas tive de utilizar a marcação " //" para indicar interrupções (que na realidade não existem), necessárias para incorporar todo o esquema dentro do espaço disponível na largura da página. (Guilherme de Almeida, 2010).

Pogson impôs a si próprio a tarefa de determinar as magnitudes dos 36 asteróides de maior brilho, para o primeiro dia de cada mês de 1857 (na altura os asteróides eram chamados *planetas menores*). Aplicando os seus novos métodos determinou rotineiramente magnitudes da ordem de 15, com precisão às décimas de magnitude! Foi nesse trabalho que apresentou a sua famosa escala que o imortalizou.

A nova definição permitiu definir a magnitude visual aparente (m) até às décimas, mesmo no tempo de Pogson, refinando a escala clássica anteriormente existente, que apenas considerava valores inteiros (modernamente medem-se magnitudes até às centésimas). Inicialmente o padrão foi a estrela Polar (*Alfa Ursae Minoris*), definida como

padrão de magnitude 2,0 (mas depois descobriu-se que era variável, pouco adequada para padrão); mais tarde passou a definir-se Vega (*Alfa Lyrae*) como padrão da magnitude 0,0 (veja-se a **nota final 2**).

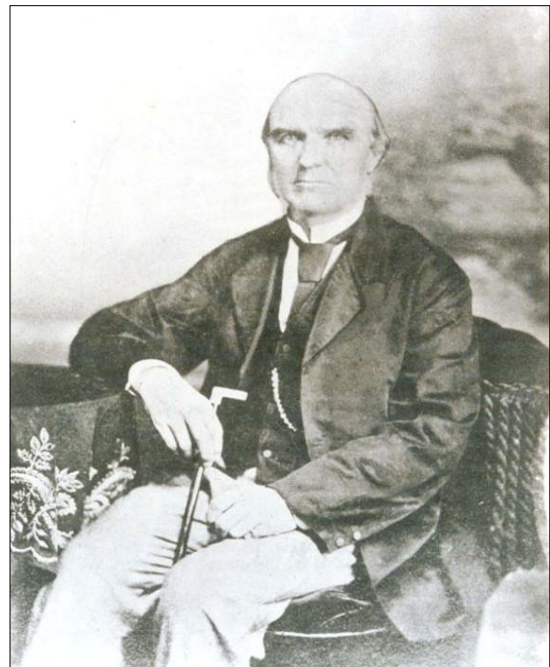
Pogson incompatibilizou-se com Manuel Jonhson, por volta de 1857 talvez por este sentir que Pogson tirou partido dos seus primeiros resultados fotométricos, ou por não ter sido ele (Johnson) a conseguir desenvolver e formular a escala final. Por isso, Pogson decidiu procurar trabalho em outro local. Já famoso pelos seus trabalhos em estrelas variáveis e por ter criado a equação de Pogson, deixou o *Radcliffe Observatory* (1859) para dirigir o *Hartwell House Observatory*.

Em Hartwell House

Por recomendação do Almirante Smyth (1788-1865), que depois de se reformar (1825) veio a ser um famoso astrónomo observador, Pogson foi nomeado director do observatório Hartwell House (1859), sob as ordens do Dr John Lee. O contrato era duro: Pogson tinha direito a casa, mas todas as investigações e publicações feitas por Pogson seriam propriedade do Dr Lee. Perante tais exigências, Pogson só lá esteve dois anos, saindo em 1860. Mesmo assim ainda lá publicou o *Hartwell Atlas of Variable Stars*, assinando como "humilde colaborador" (obrigações do contrato)...

Lista dos asteróides oito descobertos por Pogson

| Número de ordem e nome | Data da descoberta |
|------------------------|------------------------|
| (42) Isis | 23 de Maio de 1856 |
| (43) Ariadne | 15 de Abril de 1857 |
| (46) Hestia | 16 de Agosto de 1857 |
| (67) Asia | 17 de Abril de 1861 |
| (80) Sappho | 2 de Maio de 1864 |
| (87) Sylvia | 16 de Maio de 1866 |
| (107) Camilla | 17 de Novembro de 1868 |
| (245) Vera | 6 de Fevereiro de 1885 |



Fotografia de Norman Pogson, numa fase mais tardia da sua vida.

Partida para Madras, na Índia

Por recomendação de John Herschel (filho do famoso William Herschel), Pogson é nomeado, em 1860, astrónomo oficial e director do observatório de Madras, na Índia (latitude 11° 0' N; longitude 77° 0' E). Parte para a nova missão com a mulher e três dos seus filhos, levando o telescópio de 3,5 polegadas $f/17$, disponibilizado pelo Dr. Lee. Mal chegou (1861), apercebeu-se do mau estado dos instrumentos do observatório, das escassas condições de trabalho e falta de assistentes. No entanto, permaneceu na Índia o resto da sua vida.

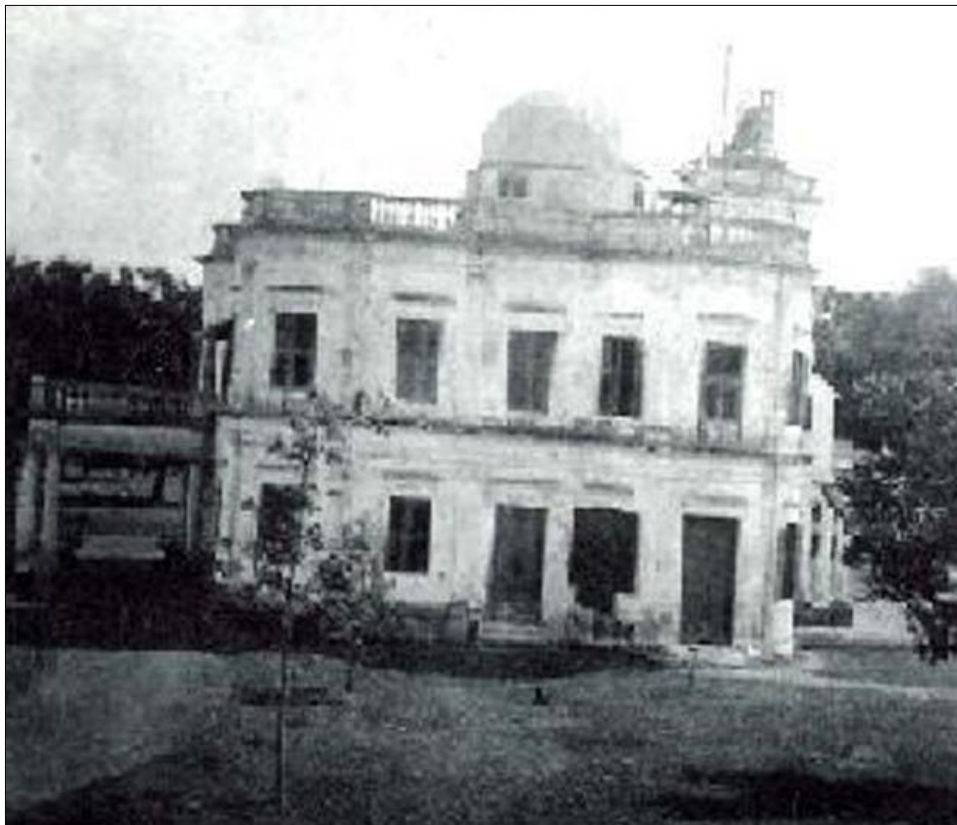
Ainda em 1861, descobriu o primeiro asteróide a partir do continente asiático e por isso chamou-lhe Ásia, descobrindo ainda mais seis estrelas variáveis, entre 1862 e 1865. Também elaborou um atlas estelar e catálogo de estrelas: o *Madras Catalogue*, com um total de 11 015 estrelas. O seu único assistente indiano, Chintamany Ragoonatha Chary, acompanhou-o desde a chegada à Índia até 1878.

No Verão de 1867 foi criado um departamento meteorológico no observatório astronómico de Madras, atribuindo a Pogson o cargo de director, e impondo-lhe essas observações (meteorológicas) como prioridade, deixando a actividade astronómica para segundo plano, o que muito o revoltou. Mesmo como "meteorologista oficial"

continuaram a ignorar os seus pedidos para um ajudante inglês e até o incriminaram por negligência por não ter feito o aviso de um ciclone tropical na baía de Bengala.

Em 1868, a sua mulher, Elisabeth Jane Pogson, que lhe tinha dado onze filhos, adoeceu gravemente de cólera, vindo a falecer no ano seguinte. Esse desfecho deixou Pogson seriamente abalado. Mesmo assim, nesse ano Pogson participou na expedição para observação de um eclipse solar na Índia.

Durante os tempos de Madras, que se prolongaram por trinta anos, Pogson encontrou enormes entraves e burocracias, assim como alguma má vontade, por parte dos seus pares que em Inglaterra lhe dificultaram o trabalho. A falta de recursos e de equipamentos foi cada vez maior, devido às inimizades criadas com Manuel Johnson (director de Radcliffe e falecido em 1860), John Russel Hind (antigo patrão em Londres e agora membro influente de uma importante comissão que decidira fazer um levantamento dos céus austrais a partir de Sydney e *recusando* Madras); o próprio Dr Lee, antigo patrão de Pogson em Hartwell House, era agora presidente da poderosa *Royal Astronomical Society*. Os seus contínuos pedidos para que lhe enviassem equipamento e condições de trabalho foram ostensivamente ignorados.



O *Madras Observatory*, na Índia, dirigido por Norman Pogson de 1861 a 1891. Foi fundado em 1786 e teve o seu fim em 1899, quando foi convertido em estação meteorológica.

Em 1871, Pogson participou na expedição para observação de outro eclipse solar na Índia. Em 2 de Dezembro de 1872 descobriu um cometa, na constelação de Andrómeda (1872 I), que leva seu nome. Em 1873 sucedeu nova tragédia: o seu filho mais velho, Norman Everard Pogson, que o auxiliava como assistente, faleceu sem causa conhecida. A sua filha Elisabeth Pogson foi a nova assistente possível junto do pai.

Vencendo diversas contrariedades publicou, em 1877, a obra *Results of Observations of the Fixed Stars*. Em 1879 foi nomeado Cavaleiro do Império Indiano. Três anos depois publica ainda *Observations, Calculations, Etc.*, onde reúne as suas principais contribuições científicas, de 1847 a 1882. Aos 55 anos (1883) Pogson casou-se novamente, com Edith Stopford, de quem ainda teve três filhos. Um deles (a sua filha Vera) faleceu na infância e o pai homenageou-a, dando o seu nome ao asteroide 245, por ele descoberto em 1885.

Os últimos tempos

Pouco antes do Verão de 1891, enquanto se preparava para o trânsito de Mercúrio, Norman Pogson sentiu-se muito doente. Apesar disso, a sua ténpera era forte e, com espírito decidido, completou as observações. O médico informou-o da sua doença (cancro no fígado) e disse-lhe que teria poucas semanas de vida. Faleceu em 23 de Junho de 1891, aos 62 anos.

Pogson viveu numa época de grande empenhamento na astronomia observacional e foi contemporâneo de muitos astrónomos e observadores de renome: John Herschel, Friedrich Argelander, William Dawes, Almirante Smyth, Joseph Jérôme de Lalande, Simon von Stampfer, Carl von Seinhel, Friedrich Bessel, Friedrich von Struve, George Bond, George Biddel Airy, William Huggins, Edward Pickering, Charles Pritchard e outros. Foi membro da *Royal Astronomical Society* (Inglaterra). Era um entusiasta de música e membro da *Madras Philharmonic Orchestra*. Ao mesmo tempo que desenvolvia um trabalho intenso, cuidadoso e útil, que de outra forma, teria impulsionado muito mais a astronomia britânica, Pogson era consumido pela burocracia e pelo ostracismo.

Pogson será para sempre recordado pela escala de magnitudes (veja-se a **nota final 3**) e pelos seus trabalhos em estrelas variáveis (descobriu vinte) e asteróides. Em sua homenagem, o asteróide 1830, descoberto pelo astrónomo suíço Paul Wild em 17 de Abril de 1968, passou a ser designado como "(1830) Pogson". Na face oculta da Lua há, uma cratera com 50 km de diâmetro baptizada com seu nome.

Notas finais

(1) Na escala de Hiparco e Ptolomeu, a relação entre os brilhos de estrelas de magnitudes sucessivas diferindo de uma unidade, isto é, da magnitude "clássica" 1 para a 2, de 2 para 3, de 3 para 4, etc., não é constante. Isso foi cuidadosamente demonstrado por Edward Pickering e Charles Pritchard (o que lhes valeu a medalha de ouro da *Royal Astronomical Society*, em 1886). Já em 1883 o mesmo Pritchard havia descoberto que, na "escala clássica" a relação *medida* de brilhos era de 2,94 entre as magnitudes 2 e 3; de 2,44 entre as magnitudes 3 e 4 e de 1,75 entre as magnitudes 4 e 5. Em resultado da definição de Pogson, as magnitudes "clássicas" atribuídas (por Hiparco e Ptolomeu) às estrelas visíveis a olho nu foram um pouco modificadas, mas passou a haver um critério uniforme e internacional de magnitude. Com os novos valores das magnitudes, tudo se encaixa novamente com sentido coerente.

(2) Foi assim até que novas medições, bem mais tarde, revelaram 0,03; actualmente utilizam-se padrões de fluxo e a a magnitude visual aparente é medida por meio de sensores, através de um filtro (filtro V) que reproduz a curva de sensibilidade visual humana à luz.

(3) Houve algumas inovações desde Pogson. A medição do fluxo luminoso estelar comparado já não se faz actualmente pelo método das aberturas telescópicas que produzem o limiar de extinção na observação de cada estrela (como se fazia no tempo de Pogson). É claro que o sensor utilizado já não é o olho do observador. Também se adoptaram padrões de fluxo luminoso, em vez de estrelas particulares para aferir magnitudes: a magnitude 1, por exemplo é definida pelo fluxo luminoso $\Phi_1 = 8,32 \times 10^{-7} \text{ lm/m}^2 \Leftrightarrow E_1 = 8,32 \times 10^{-7} \text{ lx}$, medido através de um filtro de referência que simula a sensibilidade do olho à luz de diferentes comprimentos de onda (**Nota:** "lm" é o símbolo do lúmen, unidade SI de fluxo luminoso, e "lx" é o símbolo do lux, unidade SI de iluminação). Porém, partindo dos dados de fluxo *medidos*, a determinação da magnitude continua a seguir os critérios e a equação de Pogson (equação 5), mantendo-se a razão de Pogson (R) com o valor que ele nos deixou. Tudo isso lhe devemos.

Referências

- BURKE-GAFFNEY, M. W. — *Pogson's Scale and Fechner's Law*, Journal of the Royal Astronomy of Canada, vol. 57, pp.3-6. Disponível no link: <http://adsabs.harvard.edu/full/1963JRASC..57....3B>.
- REDDY, V., SNEDEGAR, K., ET AL. — *Scaling the magnitude: the fall and rise of N., R., Pogson*, Journal of the British Astronomical Association, vol. 117, no. 5, pp. 237-245
- POGSON, N. — *Magnitudes of Thirty-six of the Minor Planets for the first day of each month of the year 1867*, Journal Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (MNRAS), Vol. 17, pp. 12-15, disponível no link: <http://articles.adsabs.harvard.edu/full/seri/MNRAS/0017/0000012.000.html>.
- SHEARMEN, T. S. H. — *Norman Robert Pogson*, Journal Popular Astronomy, vol. 21, pp. 479-484.
- ALMEIDA, G.— *Sistema Internacional de Unidades (SI); Grandezas e Unidades Físicas, Terminologia, Símbolos e Recomendações*, 3.^a edição, Plátano Editora, Lisboa, 2002 (Livro recomendado pela Sociedade Portuguesa de Física).

O GRANDE REFRACTOR DA EXPOSIÇÃO DE PARIS (1900)

PEDRO RÉ

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

O grande telescópio da Exposição Universal de Paris (1900), com uma objectiva acromática de 1,25 m de diâmetro, foi o maior refractor construído até aos nossos dias. Este telescópio constituiu a maior atracção da referida exposição. O mentor deste ambicioso projecto, foi François Deloncle (1856-1922), membro da câmara de deputados de Paris. O grande refractor foi utilizado somente durante a exposição e não produziu quaisquer resultados significativos por duas razões principais: (i) a montagem não era adequada para a realização de observações astronómicas e (ii) o local em que foi instalado ("Palais de l'Optique" em Paris) estava sujeito a diversos tipos de perturbações (turbulência, poluição luminosa, poeira...).

Os grandes refractores do século XIX

O primeiro refractor moderno foi construído em 1824 por Joseph von Fraunhofer (1787-1930). Este telescópio foi instalado no observatório de Dorpat. Fraunhofer construiu a objectiva acromática de 23 cm e a montagem equatorial. A maioria dos refractores da primeira metade do século XIX são no essencial idênticos a este instrumento (Figura 1).

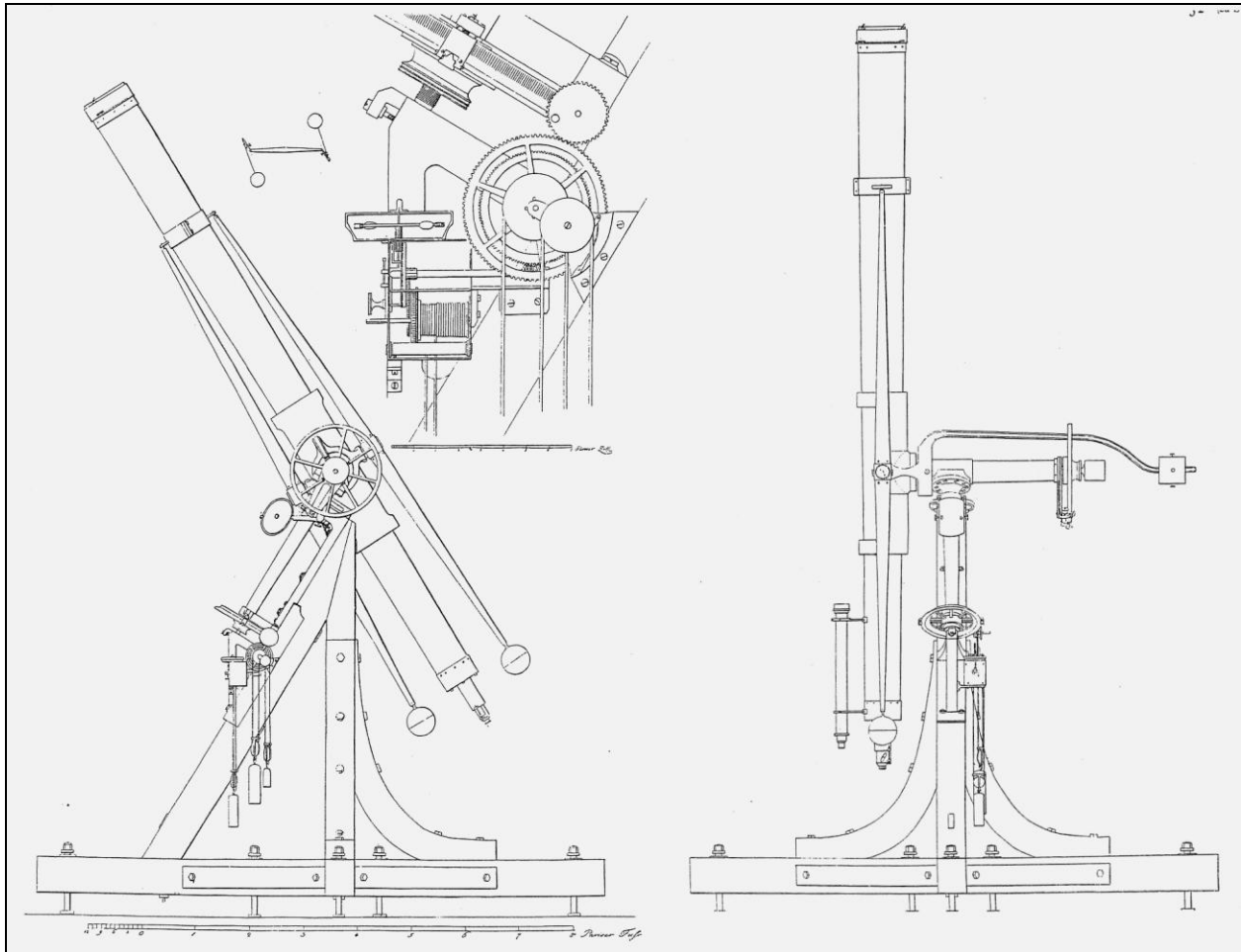


Figura 1 – Refractor de Fraunhofer: 230 mm $f/18$.

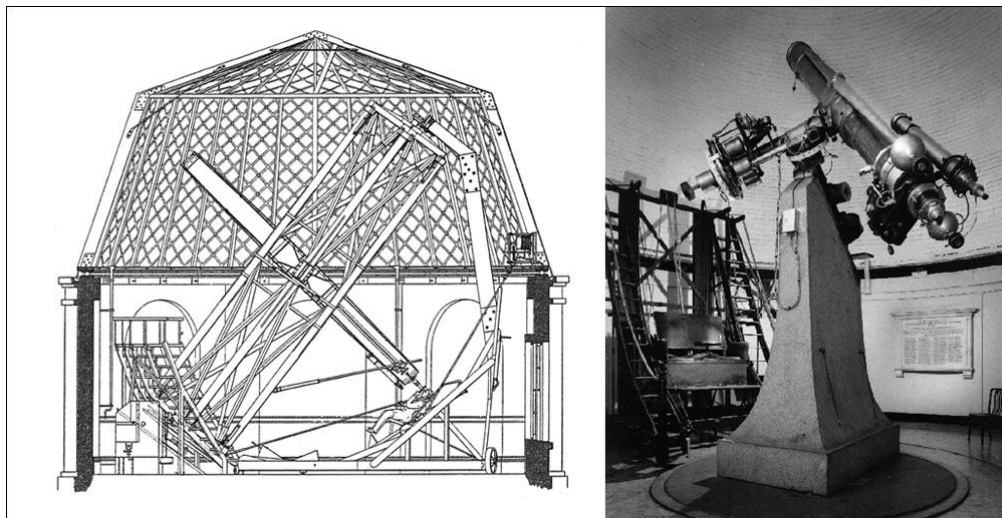


Figura 2- Refractor Northumberland (Cambridge) de 30 cm de abertura (esquerda) e refractor de 38 cm (Harvard) (direita).

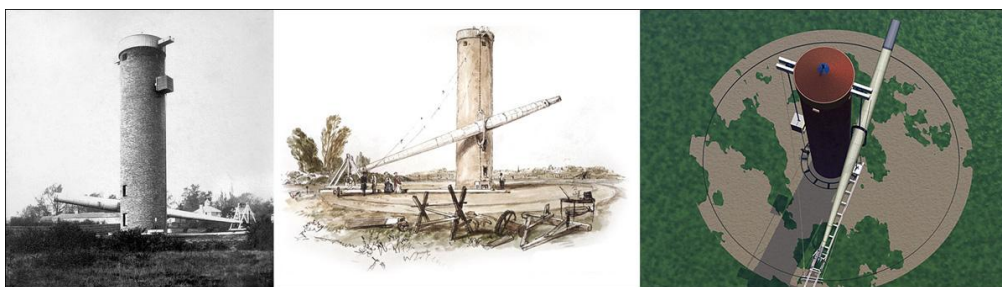


Figura 3- Telescópio de Craig (1852). Fotografia da época (esquerda) e reconstituição do telescópio (centro e direita).

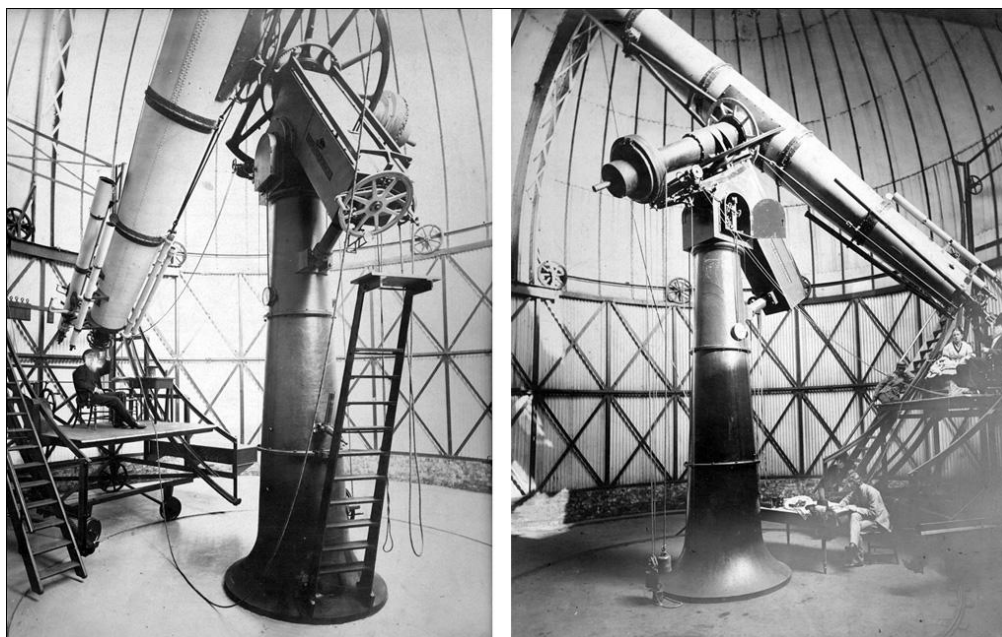


Figura 4- Refractor de Newall: 64 cm $f/14$.

Em 1835, Robert-Aglaré Cauchoix (1776-1845) fabrica uma objectiva com 30 cm de diâmetro de excelente qualidade e George Bidell Airy (1801-1892) desenha uma montagem equatorial em berço inglês que é instalada em Cambridge (Reino Unido). Em 1839 a firma alemã Merz & Mahler (sucessores de Fraunhofer) constrói um refractor com uma objectiva de 30 cm para o novo observatório de Pulkovo (S. Petesburgo, Russia) (Figura 2). Um instrumento idêntico é encomendado pelo observatorio de Harvard em 1847 (Figura 2).

Em 1852 o reverendo John Craig constrói um refractor com uma objectiva de 61 cm de fraca qualidade. Este refractor foi instalado próximo do centro de Londres numa montagem azimutal (Figura 3). O telescópio de Craig foi utilizado apenas durante de 3 anos.

Em 1862, Robert Stirling Newall (1812-1889) encomenda a Thomas Cooke (1807-1868) um refractor de 64 cm $f/14$. O telescópio foi instalado em 1869/1870 num local muito pouco apropriado para a realização de observações astronómicas (Newall durante um período de 15 anos teve apenas uma noite em que pode utilizar o refractor em boas condições) (Figura 4).

A maioria dos telescópios refractores desta época eram instalados sob cúpulas hemisféricas idênticas à que foi construída no observatório de Paris em 1847 (Figura 5).

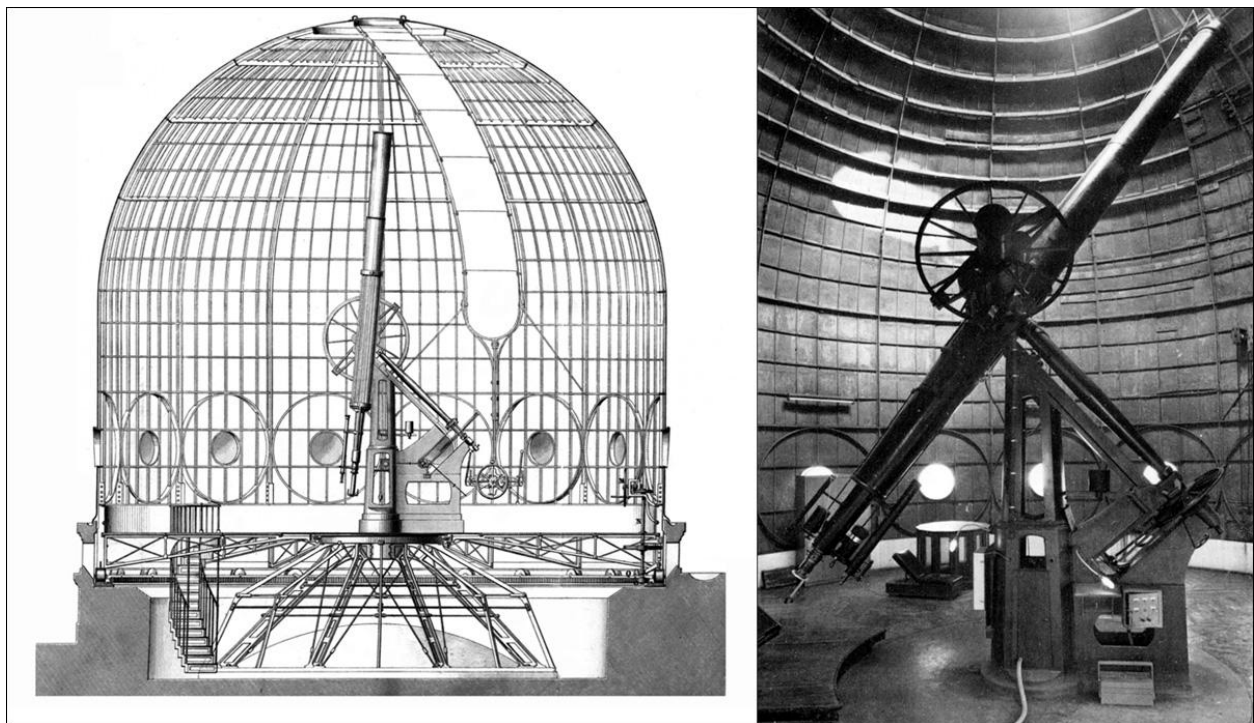


Figura 5- Cúpula hemisférica do observatório de Paris (1847): Refractor de 38 cm.

O refractor de Lick (91 cm $f/19$) foi construído em 1888 pela firma Clark & Sons (Figura 8). A montagem Warner & Swasey foi a montagem standard deste tipo de instrumentos no final do século XIX. Em 1893 é instalado no observatório de Greenwich um refractor de 71 cm $f/12$ na mesma montagem desenhada por Airy em 1835. Este refractor podia ser usado em modo visual ou fotográfico, alterando a posição dos dois elementos da objectiva acromática. Este interessante sistema não produziu resultados satisfatórios e o telescópio foi sobretudo utilizado na observação visual de estrelas duplas (Figura 6). Em 1896 é instalado em Greenwich um refractor fotográfico de 66 cm $f/10$ de abertura construído por Thomas Grubb (1800-1878).



Figura 6- Refractor de Greenwich: 71 cm $f/12$.

O refractor duplo do observatório de Meudon foi construído por Gauthier e pelos irmãos Henry em 1896. Este telescópio possui duas objectivas, uma fotográfica com 83 cm $f/20$ e outra visual com 62 cm $f/26$, montadas lado a lado num tubo de secção rectangular (Figura 7)

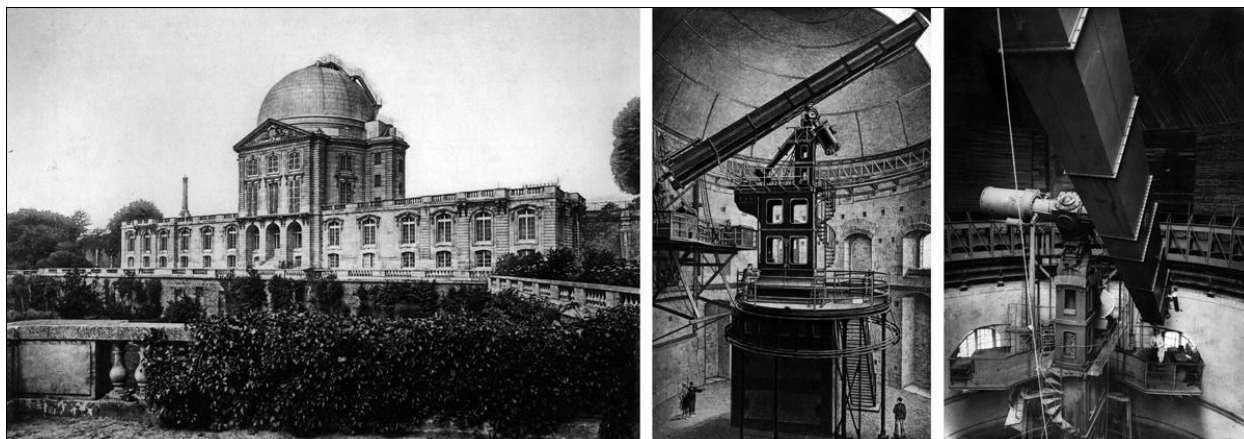


Figura 7- Observatório e grande luneta de Meudon (1896).

O refractor de Yerkes, o maior refractor existente (102 cm $f/19$), foi construído em 1897 por Clark & Sons (óptica) e Warner & Swasey (montagem) (Figura 8).

A qualidade óptica de diversos refractores do século XIX foi avaliada por E. Baillaud em 1913 (teste de Hartmann), revelando algumas diferenças importantes (Figura 9)²¹. A evolução das dimensões dos refractores construídos neste

²¹ A qualidade óptica do refractor de Yerkes é excelente.

período é ilustrada na Figura 9. James Lequeux (2009) ilustra nesta figura a cronologia da construção dos diversos telescópios refractores com um diâmetro superior a 40 cm.

O refractor de 76 cm do observatório de Allegheny foi um dos últimos refractores a ser construído no século XX (1912) (Figura 10). A firma Zeiss construiu diversas lunetas após esta data e os dois últimos telescópios refractores foram instalados na Venezuela em 1955 e no Japão em 1972 (65 cm $f/16$).

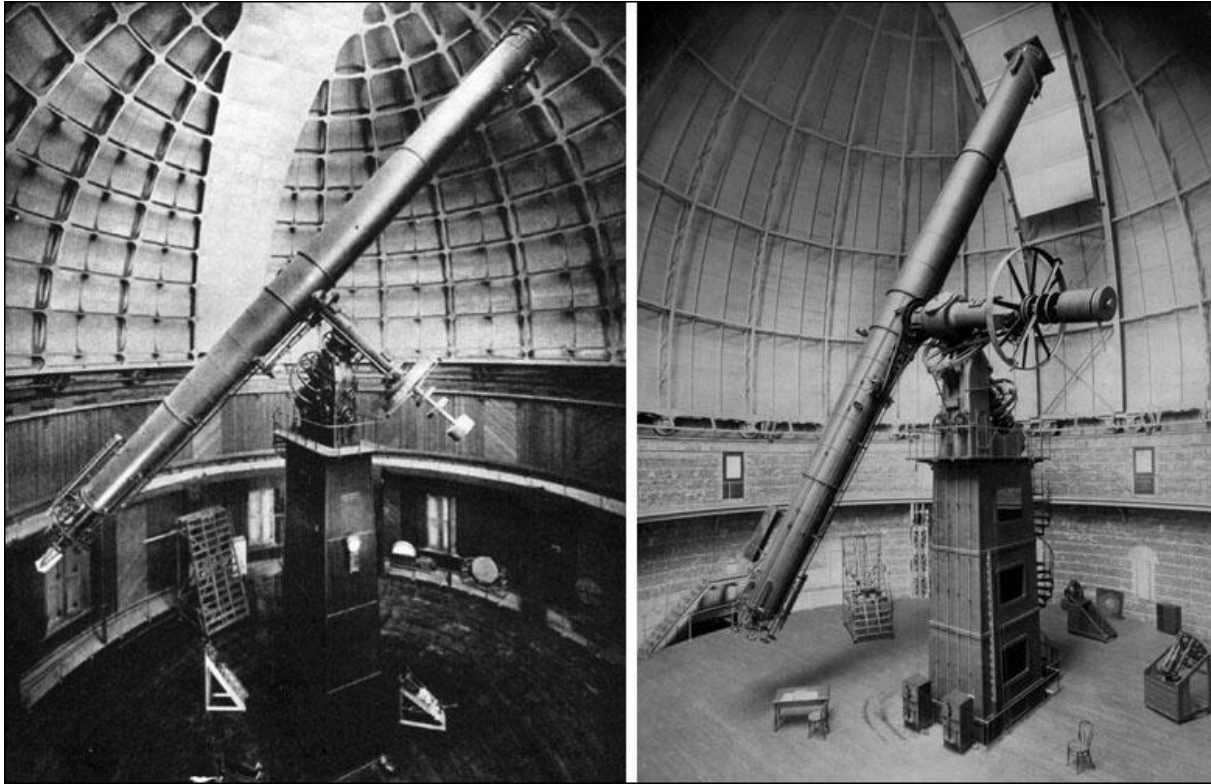


Figura 8- Refractor de Lick (esquerda) e de Yerkes (direita).

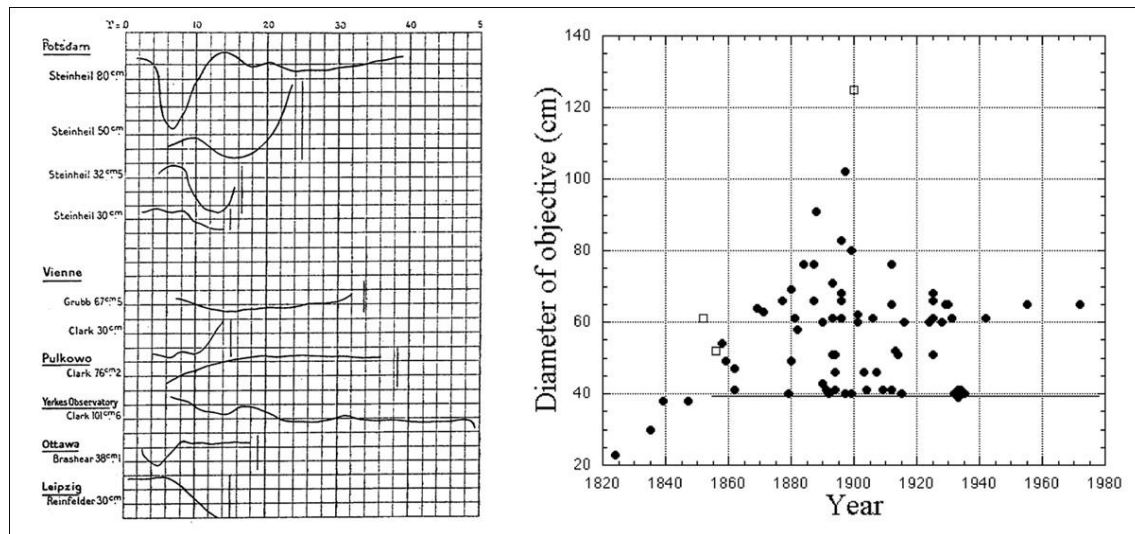


Figura 9- Resultados do teste de Hartmann relativos a diversas objectivas de refractores do século XIX (esquerda). Cronologia da dimensão dos refractores (diâmetro da objectiva): os quadrados indicam os refractores que não produziram resultados relevantes. Adaptado de Lequeux (2009).



Figura 10. Observatório de Allegheny e refractor de 76 cm (ca. 1914).

O grande refractor de Paris

A concepção do grande telescópio refractor de Paris data de 1892. A exposição universal de Paris surge na sequência das exposições de 1878 e 1889. A ideia subjacente à construção deste telescópio foi a de apresentar na exposição uma estrutura que rivalizasse com a Torre Eiffel. François Deloncle contacta a Paul Gauthier (1842-1909) encarregando-o da construção deste instrumento (óptica e mecânica). O grande refractor tinha uma abertura de 1,25 m e uma distância focal de 60 m. O tubo foi instalado em posição horizontal e a luz dos objectos celestes era dirigida para a objectiva por um gigantesco celóstato com um espelho plano de 2 m de diâmetro (Figura 11). A construção deste telescópio constituiu um enorme desafio para os vidreiros, ópticos e engenheiros da época. Alguns desenhos publicados antes da construção do instrumento ilustram os planos iniciais (Figura 11).

Paul Gauthier começou por construir o espelho do celóstato. Após 9 meses de trabalho intenso, utilizando diversas máquinas construídas expressamente para o efeito, o espelho plano de 2 m foi terminado (Figura 12). Foi o maior espelho plano realizado até à época, depois do espelho de 90 cm do observatório de Paris. O vidro foi fornecido pela firma Jeumont em 1895.

Édouard Mantois (1848-1900) sucessor de Henry Guinand e Charles Feil forneceu as bolachas de vidro para a construção das duas objectivas (visual e fotográfica). Gauthier foi encarregado de construir as superfícies ópticas apesar de não ter grande experiência prévia neste tipo de trabalhos. A objectiva visual não foi completada a tempo da exposição universal (Figura 12).

A grande luneta foi instalada no "Palais de l'Optique" próximo da Torre Eiffel. A galeria Foucault onde o tubo com 60 m foi erigido, encontrava-se orientada no sentido Norte/Sul. O tubo era constituído por 24 secções cilíndricas com 1,5 m de diâmetro, suportadas por pilares de cimento e aço (Figura 12). O tubo encontrava-se a cerca de 7 m do solo e o celóstato, protegido por uma estrutura móvel, foi instalado no mesmo pavilhão. A ocular do telescópio situava-se na sala Galileo próximo de uma sala com uma capacidade de 300 lugares sentados. Nesta sala eram projectadas imagens da Lua fornecidas por Maurice Loewy (director do observatório de Paris), do Sol e nebulosas providenciadas por Jules Janssen (director do observatório de Paris/Meudon). Após a falência da companhia que construiu o telescópio, o refractor foi colocado à venda em 1909. O que resta do telescópio encontra-se actualmente no observatório de Meudon (mecânica) e no observatório de Paris (óptica).

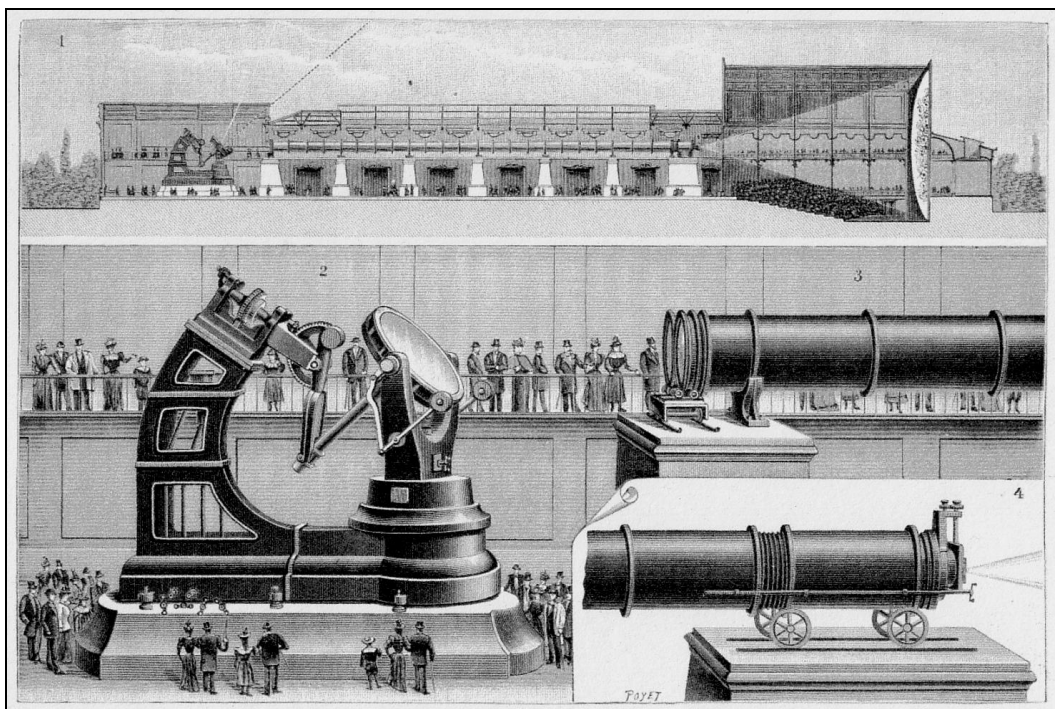


Figura 11- Gravura do grande refractor de Paris publicada em 11 de Fevereiro de 1899 na revista *La Nature*.

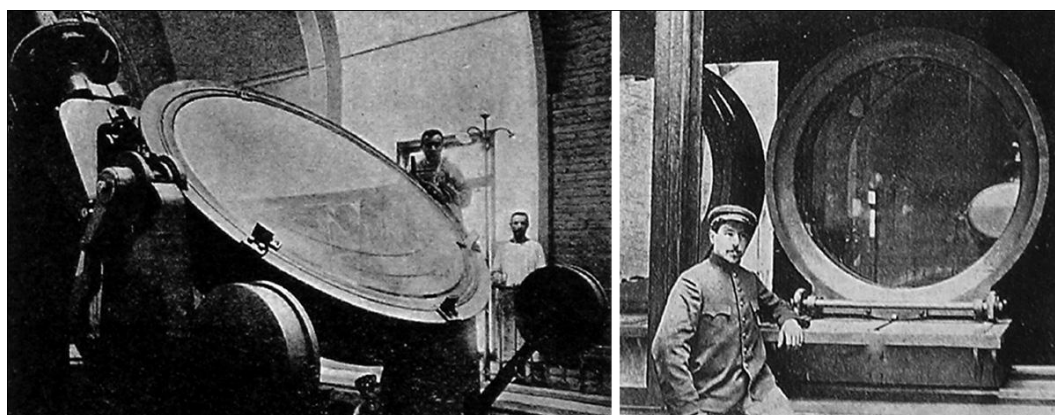


Figura 12- Espelho plano do celóstato (2 m) e objectiva fotográfica do grande telescópio de Paris. Adaptado de Launay (2007) e revista *Knowledge*.

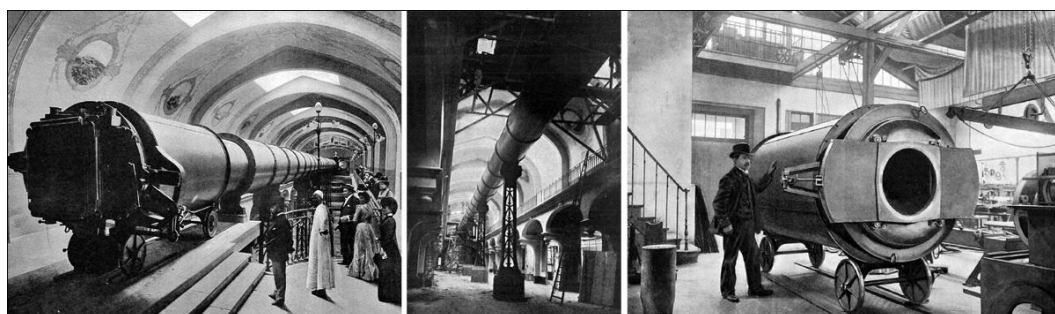


Figura 13- Grande refractor de Paris. *Le Panorama, Strand Magazine, L'encyclopédie du siècle* (1900).

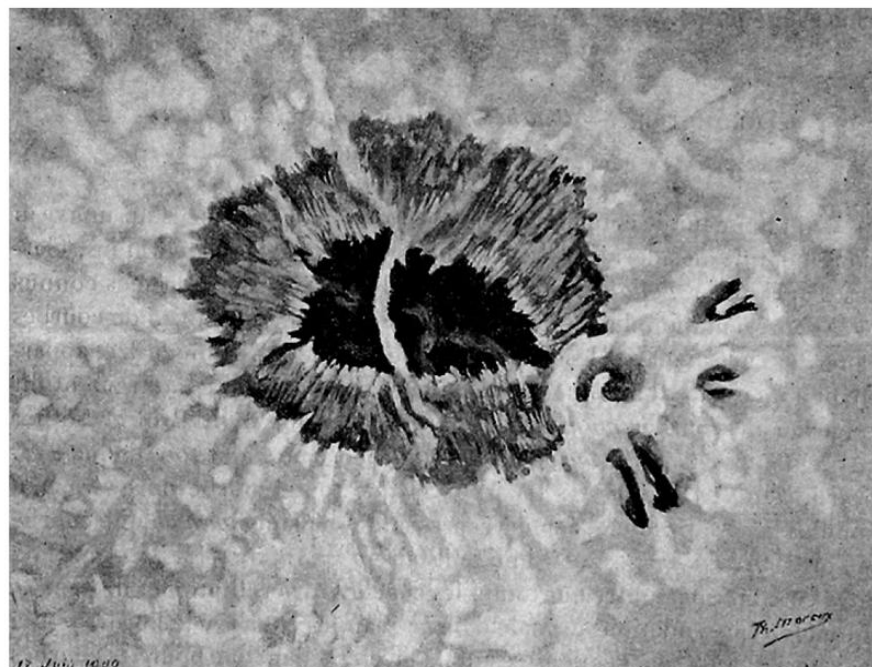


Figura 14- Desenhos de uma mancha solar (17 de Junho de 1900), pelo padre e astrónomo Théophile Moreux.

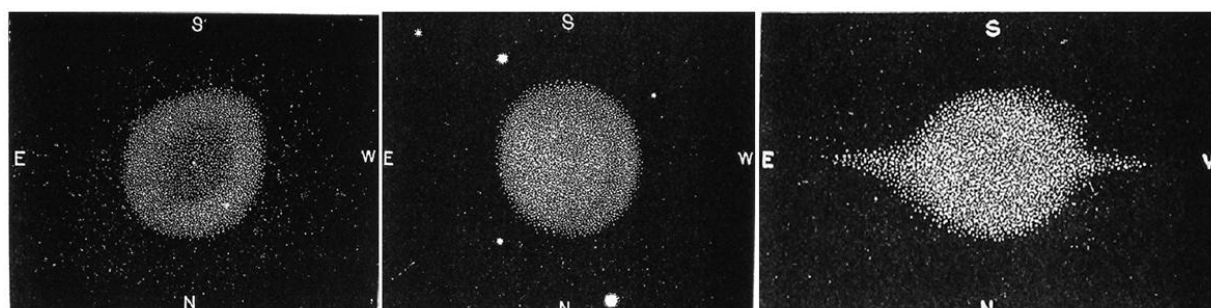


Fig 15- Desenhos de nebulosas, obtidos com a grande luneta de Paris, realizados pelo astrónomo Eugène-Michel Antoniadi (da esquerda para a direita – NGC 6894, NGC 6905 e NGC 7009).

O grande refractor foi unicamente utilizado durante a exposição universal. Poucos observadores realizaram diversas observações apesar das condições adversas que se faziam sentir no local (*e.g* poluição luminosa, poeira, turbulência, número elevado de visitantes). A objectiva usada foi a objectiva fotográfica (corrigida para a região violeta do espectro electromagnético).

O padre Théophile Moreux (1864-1954), director de um observatório privado em Bourges e conhecido astrónomo amador, observou uma mancha solar que desenhou pormenorizadamente (Figura 14). Eugène-Michel Antoniadi (1870-1944), astrónomo de origem grega na altura assistente de Camille Flammarion no observatório de Juvisy, realizou alguns desenhos de nebulosas (Figura 15) bem como observações do planeta Vénus. Antoniadi refere que o celóstato era relativamente fácil de operar e que o movimento horário era extremamente preciso. Finalmente são conhecidas três fotografias da Lua obtidas por Charles Le Morvan (1865-1933), astrónomo do observatório de Paris, em três noites sucessivas (Agosto de 1900) (Figura 16). Estas imagens, publicadas na revista londrina *Strand Magazine* em Novembro de 1900, tinham cerca de 60 cm de diâmetro nas chapas originais.

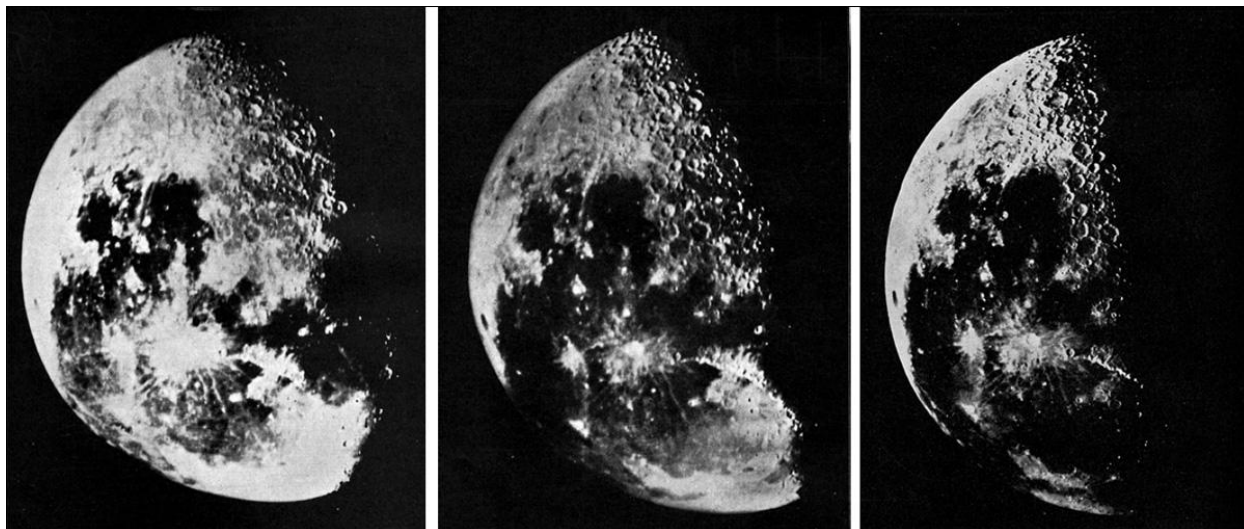


Figura 16- Fotografias da Lua obtidas pelo astrónomo Charles Le Morvan com a grande luneta de Paris (noites de 15, 16 e 17 de Agosto de 1900).

Bibliografia:

- King, H.C. (1955). *The History of the Telescope*. Dover Publications, Inc. New York.
- Launay, F. (2007). The great Paris exhibition telescope of 1900. *Journal for the History of Astronomy*, 38 (4): 459-475.
- Lequeux, J. (2009). The great 19th century refractors. *Experimental Astronomy*, 25 (1-3): 43-61.
- Manly, P.L. (1995). *Unusual Telescopes*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Vandevyver, L. N. (1899). La grande lunette de 1900. *Ciel et Terre*, 19: 257-267.

O GRANDE TELESCÓPIO DE MELBOURNE

Pedro Ré

<http://astrosurf.com/re>

O grande telescópio de Melbourne (GTM) foi construído em 1869 por Howard Grubb (1844-1931) (Figura 1). Foi o último grande telescópio reflector a ser equipado com espelhos de metal ("specula"). O GTM foi utilizado entre 1869 e 1893, ano em que foi desactivado até ser adquirido pelo observatório de Mount Stromlo após a segunda grande guerra. O falhanço deste instrumento é normalmente atribuído ao facto dos seus elementos ópticos serem constituídos por uma liga metálica e não por vidro. Estudos recentes indicam que a equipa de observadores que o utilizou era demasiado inexperiente e com poucos contactos com outros centros astronómicos da época. O telescópio foi construído com uma única finalidade: realizar desenhos das nebulosas descobertas no céu austral por John Herschel (1792-1871) (Figura 1). Após o aparecimento das placas de gelatino-brometo de prata no final da década de 1870, o GTM rapidamente tornou-se num instrumento obsoleto uma vez que não tinha sido concebido para a realização de fotografias de longa pose.



Figura 1- Howard Grubb, GTM e John Herschel (da esquerda para a direita).

Os primeiros grandes telescópios reflectores

Após a invenção do telescópio reflector por Isaac Newton (1643-1727), os primeiros reflectores munidos de espelhos metálicos de grandes dimensões foram construídos e utilizados por William Herchel (1738-1822) e pelo seu filho John Herschel. Ao longo da sua vida W. Herschel construiu mais de 400 espelhos metálicos. Estes telescópios, apesar de serem relativamente simples (montagens azimutais de madeira), foram usados por Herschel para observar pela primeira vez um elevado número de nebulosas (Figura 2). John Herschel transportou um dos telescópios construídos pelo seu pai para o hemisfério Sul (Cidade do Cabo) onde realizou uma série de observações de enorme importância (Figura 3).

Na primeira metade do século XIX, James Nasmyth (1808-1890), William Lassell (1799-1880), William Parsons (3º Conde de Parsonstown, Lord Rosse) (1800-1867), Thomas Grubb (1800-1868) e Howard Grubb construíram telescópios reflectores com uma abertura considerável (Figura 4, 5 e 6).

O primeiro reflector a ser montado equatorialmente foi o telescópio construído por William Lassell em 1860. Este instrumento possuía uma montagem em garfo maciça que era demasiado pesada para ser movida pelos mecanismos de relojoaria usados na época (Figura 5).

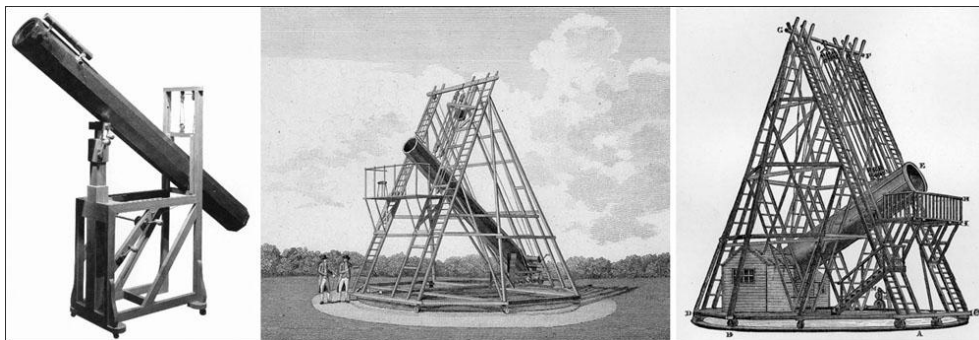


Figura 2- Telescópios construídos por William Herschel, da esquerda para a direita: 7 pés (15 cm de abertura); 20 pés (47,5 cm de abertura); 40 pés (126 cm de abertura).

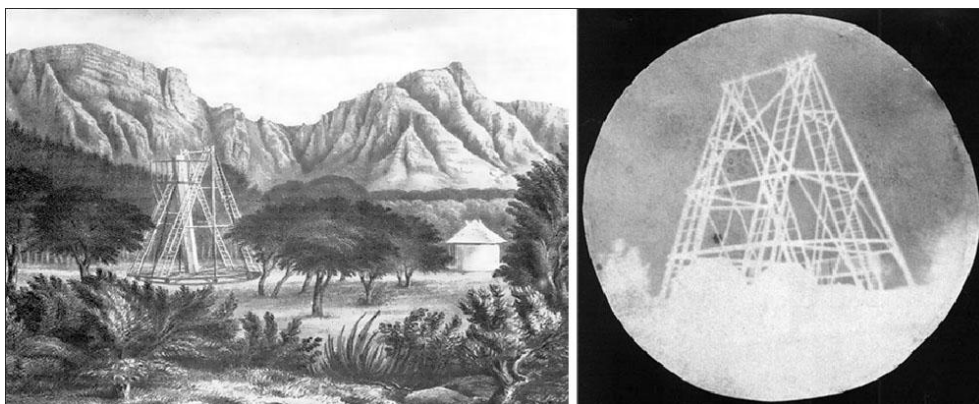


Figura 3- Telescópio de 20 pés (cidade do Cabo, *ca.* 1835) (esquerda), Fotografia do dismantelamento do telescópio de 40 pés obtida por J. Herschel em 1839 (Slough, Reino Unido) (direita).

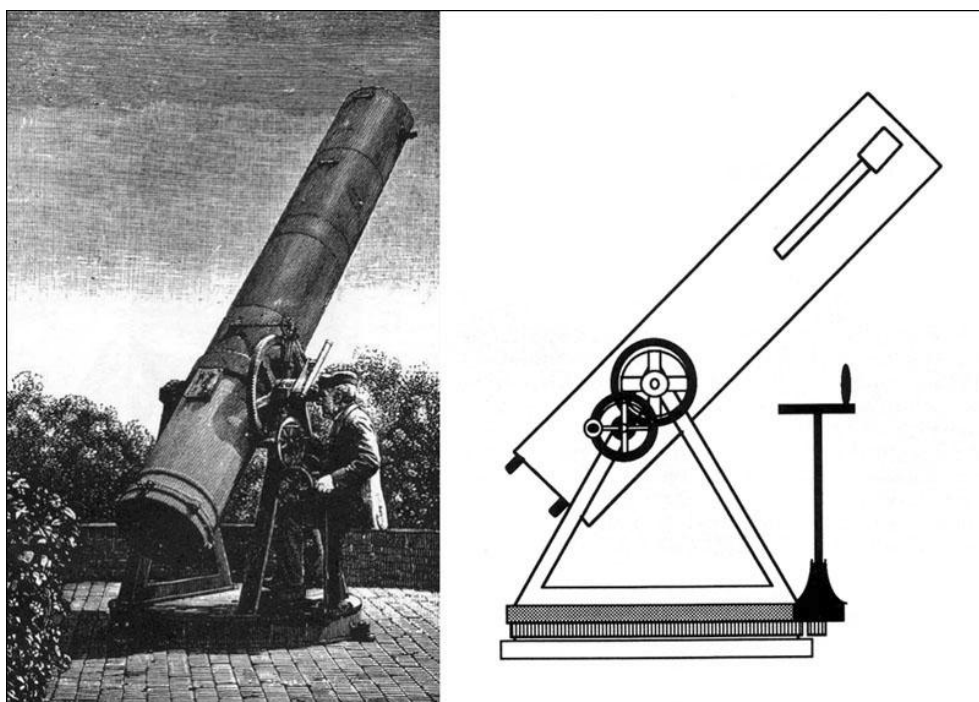


Figura 4- Telescópio Cassegrain-Newton de 50 cm de abertura construído por James Nasmyth (*ca.* 1845).

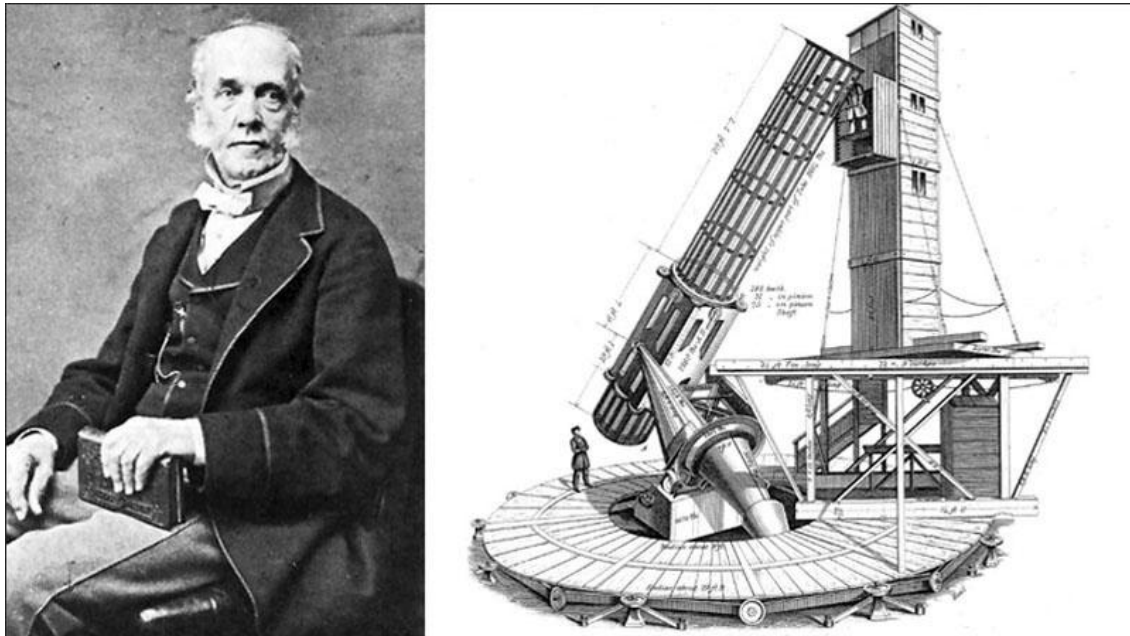


Figura 5- William Lassell (esquerda), telescópio equatorial de 48" (122 cm de abertura) (direita).

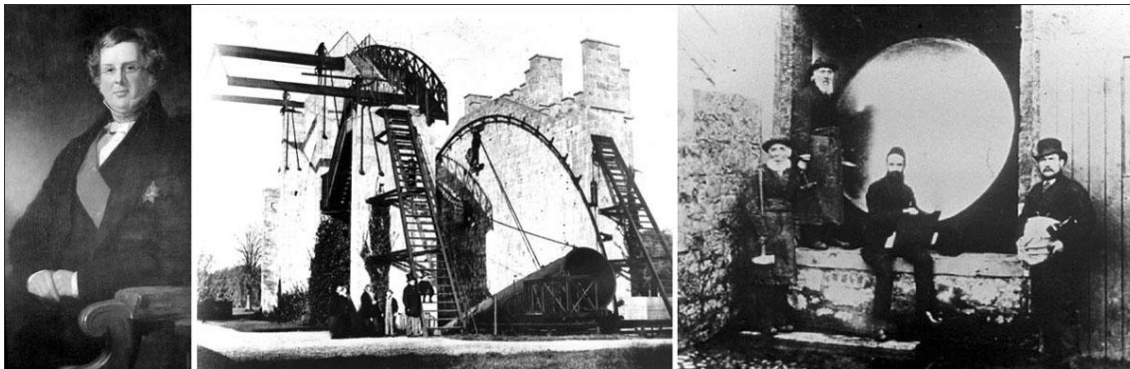


Figura 6- William Parsons (Lord Rosse) (esquerda) e o Leviatã de Parsonstown (ca. 1845) (centro e direita).

Estes primeiros telescópios reflectores eram instrumentos muito difíceis de usar com um peso elevado e sistema de guiagem muito deficiente. O movimento sideral do telescópio de Lassell era assegurado por um assistente, que accionava manualmente um dispositivo de arraste do garfo (uma rotação completa em cada minuto). O espelho primário (48") pesava mais de uma tonelada.

O telescópio construído por William Parsons só podia ser utilizado cerca de 30 min antes ou depois da culminação do objecto (passagem pelo meridiano do lugar) o que inviabilizava algumas observações de objectos celestes.

O Grande Telescópio de Melbourne

O GTM foi o último grande telescópio reflector a ser construído recorrendo ao uso de espelhos metálicos. Foi concebido por Thomas Grubb e pelo seu filho Howard Grubb. O telescópio de Melbourne foi o primeiro reflector de grandes dimensões a ser equipado com mecanismo de relojoaria que assegurava o movimento sideral. Possuía ainda um sistema de suporte adequado para o espelho primário (Figura 7). Alguns destes melhoramentos constituíram importantes inovações para a época, sendo ainda hoje usados em alguns instrumentos actuais. O GTM podia ser usado nas configurações Newton e Cassegrain com vantagens óbvias para o observador (Figura 8). O sistema de movimentos era assegurado por chumaceiras precursoras dos rolamentos de esferas actuais.

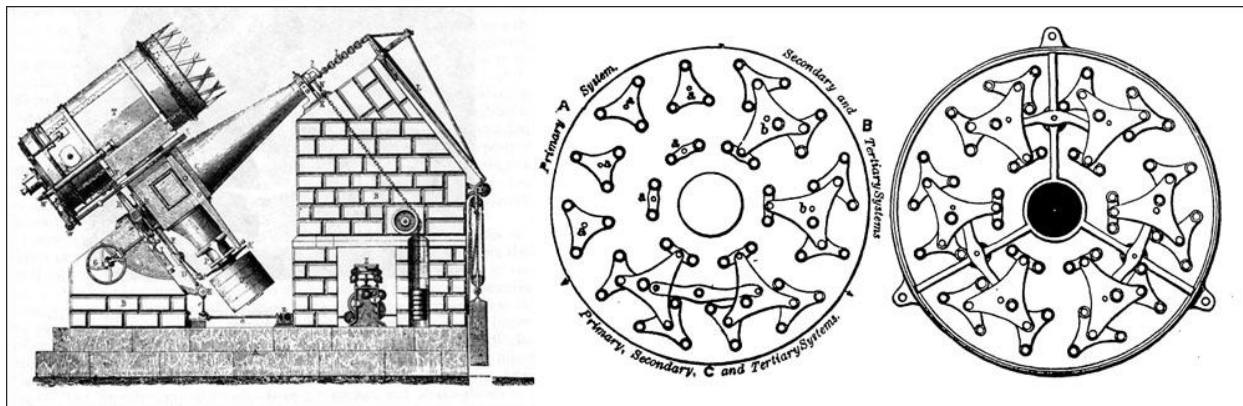


Figura 7- Grande telescópio de Melbourne: sistema de relojoaria (esquerda) e suporte do espelho primário (direita).

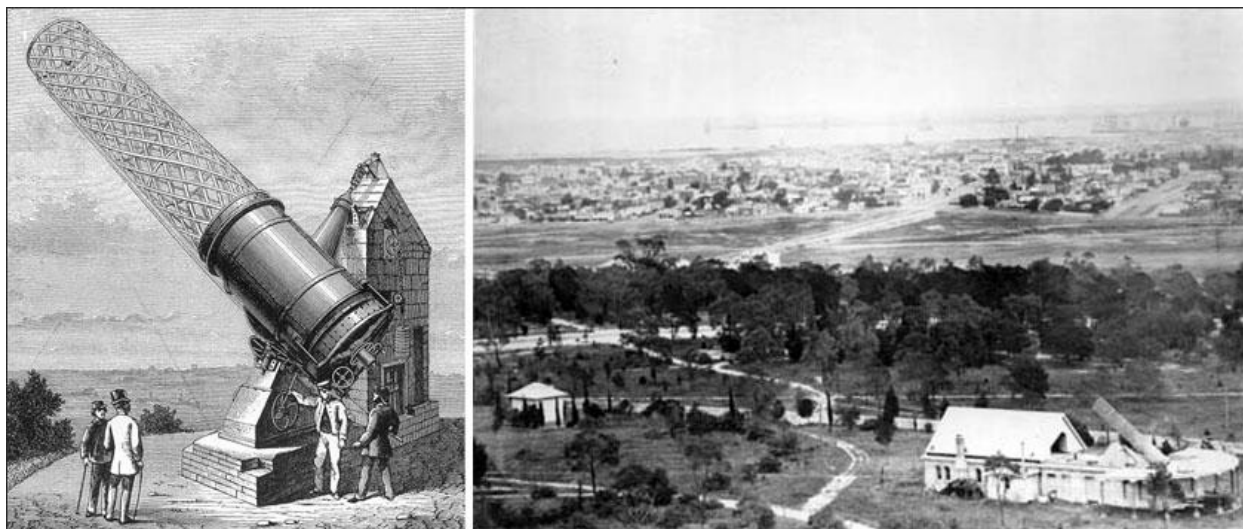


Figura 8- Telescópio de Melbourne (esquerda), observatório de tecto-de-correr (direita).

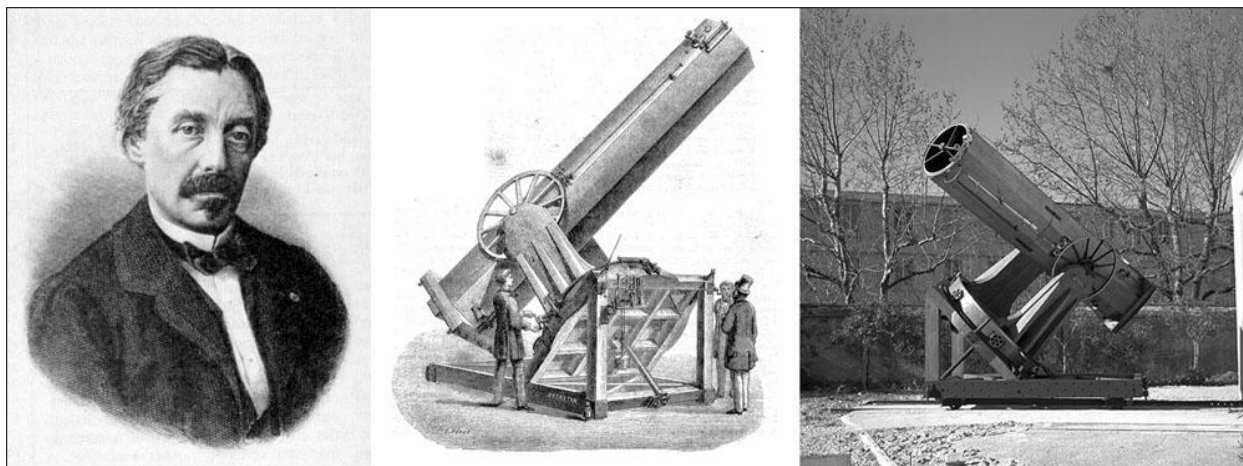


Figura 9- Telescópio reflector de 80 cm de abertura construído por Leon Foucault.

Em 1862, Leon Foucault (1819-1868) constrói o primeiro telescópio reflector (80 cm de abertura) munido de um espelho de vidro espelhado a prata (Figura 9). As vantagens eram óbvias. Foucault desenvolve um sistema de teste das superfícies ópticas (teste de Foucault) que ainda é utilizado na actualidade. Ao contrário dos espelhos metálicos que necessitavam de um polimento frequente para manter o seu nível de eficiência, os espelhos de vidro, além de mais leves, eram mais fáceis de trabalhar. Uma vez construída a superfície óptica, bastava renovar a camada de prata com uma periodicidade de alguns meses ou anos. A montagem do telescópio de Foucault pesava apenas 1,5 T (montagem equatorial de garfo em madeira) enquanto que o GTM atingia 8,3 T.

Com o auxílio deste telescópio reflector L. Foucault, realiza numerosas observações de nebulosas, utiliza pela primeira vez um interferómetro de Fizeau e um *étalon* Fabry-Pérot. Realiza igualmente uma longa série de medições de estrelas duplas. Este telescópio foi usado até 1965 quase ininterruptamente.

Durante a segunda metade do século XIX a maioria dos astrónomos estavam sobretudo interessados em determinar paralaxes de estrelas e estudar estrelas duplas. Por este motivo usavam telescópios refractores que eram considerados como os instrumentos de precisão por excelência. Além destes estudos, os telescópios refractores eram também usados em instrumentos de passagem meridiana, essenciais na determinação da hora e na catalogação de estrelas. Os telescópios reflectores eram considerados como instrumentos menores, e o falhanço do GTM não contribuiu em nada para alterar esta convicção que se manteve inalterada até ao início do século XX.

H.C. King refere no seu livro *History of the telescope*, em 1955:

(...) by the middle of the late 19th century the refractor was more than ever before the basic instrument in both private and national observatories. A census of observatory instruments at this time shows that, out of the 40 British observatories, 32 possessed an equatorial refractor, 8 had alt-azimuth refractors, while only 7 possessed a reflector.

O trabalho desenvolvido por William Herschel (hemisfério Norte) e John Herschel (hemisfério Sul) era considerado como “definitivo” por muitos astrónomos neste período. Segundo alguns autores pouco mais havia a fazer no que dizia respeito à observação de objectos do céu profundo (nebulosas e enxames estelares).

O Leviatã de Parsonstown foi muito pouco usado e em apenas alguns meses “esgota” o seu potencial ao registar estruturas em espiral nalgumas nebulosas. O telescópio de Lassell foi usado durante cerca de 3 anos na ilha de Malta. O GTM ao ser instalado no hemisfério Sul tinha como principal objectivo observar em mais pormenor e registar graficamente as nebulosas observadas por John Herschel alguns anos antes (1833-1838).

O observatório de Melbourne dirigido por Robert Lewis John Ellery (1827-1908)²² (Figura 10) foi o primeiro a ser equipado com um reflector de grandes dimensões no hemisfério Sul. Ellery não tinha grande experiência prévia na utilização deste tipo de instrumentos:

(...) It is a somewhat difficult matter to speak critically of the merits of this telescope, as there are only three in the world that reach the dimensions of this, namely, Herschel's, Lord Rosse, and Mr. Lassell's, and these are again of a different form, which renders even a comparison difficult. I have no experience with the reflectors in question.

A proposta para o GTM ser instalado no hemisfério Sul partiu do reverendo John Thomas Romney Robinson (1792-1882), director do observatório de Armagh (Figura 10). Robinson refere em 1850, numa alocução que fez à “British Association for the Advancement of Science” de que era presidente:

That work implies a minute re-examination of at least all the brighter nebulae of Sir John Herschel catalogues; embodied in drawings, based on micrometer measures, and so correct that each of them may be referred to as an authentic record of the original appearance at a given epoch.

²² Ellery ocupou o cargo de director do observatório durante um período de 42 anos.

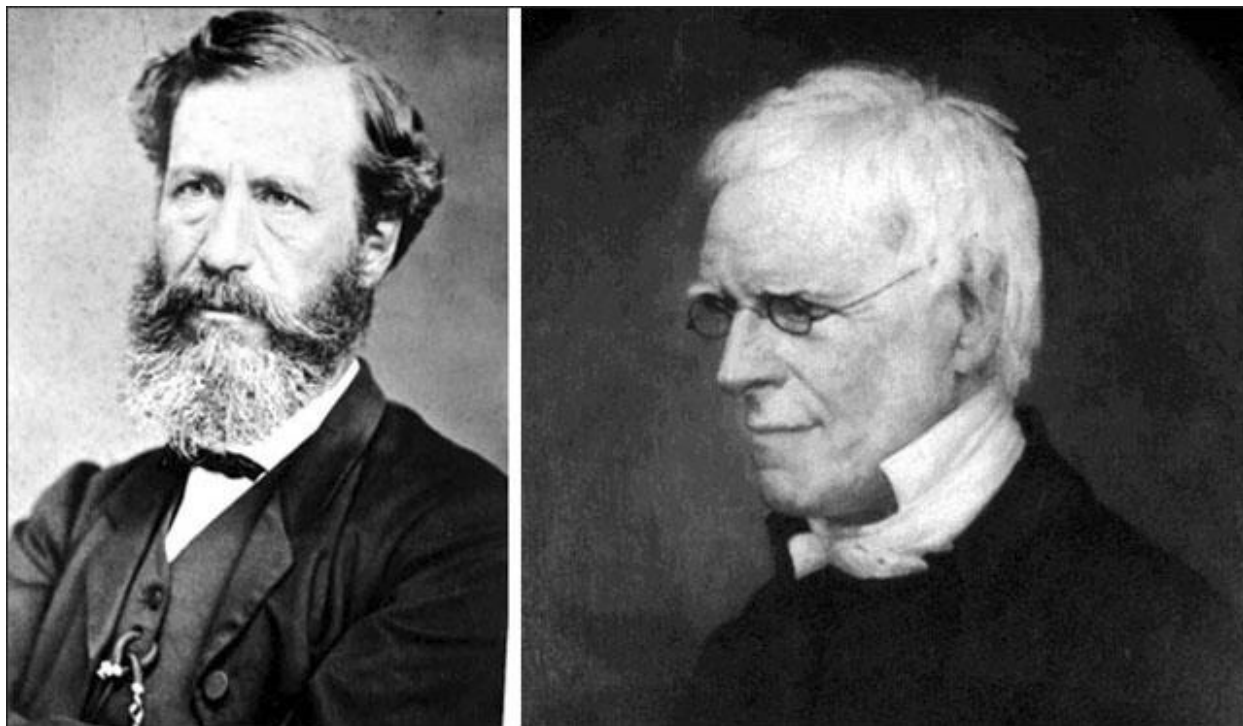


Figura 10- Robert Lewis John Ellery (esquerda) e Rev. John Thomas Romney Robinson (direita).

Como resultado destas observações a “Royal Society” nomeou uma comissão que incluía Robinson, Lord Rosse, Warren de la Rue e John Herschel. Esta comissão estudou as propostas apresentadas por Thomas Grubb para a construção do grande telescópio reflector.

Em 1857, Leon Foucault apresenta uma comunicação intitulada “A telescope speculum of silvered glass” na reunião da “British Association” que decorreu em Dublin. Na mesma sessão, Grubb descreve os seus planos para a construção do telescópio de Melbourne. Foucault visita o telescópio de Lord Rosse e descreve o que observou após o seu regresso ao observatório de Paris:

(...) Le télescope de Lord Rosse est une blague. Pour les anglais le mien n'existe pas, il a été, il est, il sera encore quelque temps come non avenue; il ne m'en ont pas moins fait docteur in utroque”.

A comissão decide que o telescópio devia ser equipado com espelhos metálicos apesar de não desconhecer os trabalhos de Foucault. Robinson refere a este propósito num relatório:

It seemed imprudent to risk the success of the undertaking by venturing on an experiment whose success was not assured; it was not known whether the silver could be uniformly deposited on so large scale; some facts appear to show that glass is more liable to irregular action than speculum metal; and the intensity of light in these telescopes is not as great as had been expected.

Os espelhos em vidro espelhados a prata foram pela primeira vez utilizados com sucesso em 1856. As suas vantagens são bem conhecidas. A prata (recentemente aplicada) reflecte cerca de 92% da luz incidente, é mais duradoura do que os espelhos metálicos, pode ser reaplicada inúmeras vezes e uma vez construída a superfície óptica não necessita de ser refeita.

John Herschel, um dos membros da comissão, não desconhecia estes factos. Em 1860 num artigo que escreve para a Enciclopédia Britânica refere:

The advantages offered by its construction (a glass as opposed to a metal mirror) are immense. In the first place, glass, weight for weight, is incomparably stiffer than metal; so that a glass speculum, to be equally strong to resist change of figure by flexure, need weigh only one-fourth of a metallic one. Secondly, a glass disc of 6 or 8 feet (1,8 to 2,4m) in diameter may be cast, annealed, and wrought with infinitely less labour, hazard, and cost than one of

speculum metal. Thirdly, supposing a slight tarnish to arise from sulphuration, the reproduction of the polish is the work of a few minutes, and is performed without any chance of injuring the figure. Even if irretrievably spoilt, the silver coating may be instantly removed, and a fresh one laid on at a comparatively trifling cost, the parabolic figure once given being indestructible. Fourthly and lastly, the reflective power of pure silver is, to that of the best speculum alloy, as 91 to 67, or as 1.36 to 1.

A Comissão decide igualmente que o telescópio devia poder ser utilizado no foco Cassegrain, algo que não era muito comum nos telescópios da época. O espelho primário de 48" tinha na sua concepção original uma distância focal de 9,3 m ($f/7,6$) no foco Newton e de 51 m ($f/41$) no foco Cassegrain. As observações visuais no foco Cassegrain eram por este motivo dificultadas devido à enorme distância focal e a realização de fotografias praticamente impossível.

Após a sua construção pela firma de Grubb, o telescópio chegou a Melbourne em 1868 (6 de Novembro). Foi instalado de um modo definitivo em Junho de 1869, num observatório de tecto-de-correr, ficando assim exposto ao vento, durante os períodos de observação. Grubb construiu dois espelhos metálicos (A e B) que produziram resultados distintos. O espelho B foi montado de um modo deficiente e de início não produziu boas imagens. O espelho A teve que voltar a ser polido uma vez que antes do transporte para Melbourne Grubb aplicou uma camada protectora de verniz que deteriorou a sua superfície óptica.

Tal como já foi anteriormente referido o telescópio foi sobretudo utilizado para efectuar desenhos de nebulosas no foco Cassegrain. Existem no entanto registos de algumas experiências fotográficas realizadas no foco principal do GTM. Estas imagens foram consideradas como as melhores fotografias lunares da época. Para o efeito foi usado um porta-chapas e obturador concebido por Warren de la Rue. Um dos cadernos de observação do GTM refere a técnica usada:

The photographs of the Moon have been taken at or near a fixed focus, viz. 9.0-11.5 of scale. (...) Many of these suggest that they are not in proper focus, and point to the desirability of a correct focus being obtained each evening that photographs are attempted, the focus for each night being obtained upon the Moon herself. The difficulty of obtaining such focus has occupied much of my (Joseph Turner) attention, and tonight I tested a plan that I had for some time been considering. A light ladder lashed inside the telescope tube and of such a length as to extend the entire length of the lattice work and project about four feet beyond the mouth of the tube. When about to take photographs the end of the tube is lowered toward the travelling steps on the outside stage, the ladder being already securely lashed inside the tube, and the tube being lowered in such a manner that it can be raised and pointed to the Moon by the declination movement alone. When thus lowered I got inside the tube going as far down the tube as the length of the ladder will permit (...). I then carefully ascend the ladder, passing out beyond the mouth of the tube and a little beyond the extremity of the camera. Then (...) I focus by means of a ground glass screen and magnifier as accurately as possible upon some prominent crater etc. Having obtained the best possible focus I descend the ladder, the tube is lowered, I come out upon the travelling steps, the ladder is removed from inside the tube, and the photographing proceed as usual (...) This method of obtaining correct focus, though very excellent, is attended with so much danger to the observer that some safer plan will require to be devised as missing one's hold at such elevation in the dark might prove fatal.

O espelho A, após ter sido polido foi instalado no telescópio em 1871. Este espelho foi usado durante um período de 2 anos sem sofrer um novo polimento. O mesmo espelho foi usado nos 17 anos seguintes tendo sido limpo e polido por diversas vezes. Em 1883, após a morte de um dos observadores mais activos (Joseph Turner) é referido nos cadernos de observação que:

The mirror now dismounted did tolerably good work, yet I (Pietro Baracchi) have never been able to get a large star in proper focus, and Jupiter and Saturn never appeared well defined even on the best night and lowest power".

Estas observações atestam bem os problemas que os diversos observadores tiveram que superar (deficiente colimação, problemas de reflectividade dos espelhos metálicos, má qualidade do polimento...). Robert Ellery tentou observar os dois satélites de Marte pouco tempo após a sua descoberta por Asaph Hall em 17 de Agosto de 1877. A observação de Marte era bem mais favorável no hemisfério Sul, mas apesar disso, Ellery não conseguiu detectar os dois satélites (efectuou observações durante 16 noites sem sucesso). É provável que este insucesso esteja relacionado com uma má colimação bem como com a difusão de luz provocada pelo deficiente polimento dos espelhos. Após este episódio o GTM foi considerado como um telescópio obsoleto e passou a ser utilizado intermitentemente.

Joseph Turner obteve em 1883 com o auxílio de placas de gelatino-brometo de prata, algumas imagens da nebulosa de Orion (M 42) com o auxílio do GTM. Estas fotografias foram as primeiras obtidas no hemisfério Sul. Turner enviou algumas cópias para a "Royal Astronomical Society". Apesar destes primeiros resultados e de outras tentativas subsequentes, o GTM não se revelou adequado para a realização de fotografias de longa pose, devido sobretudo ao deficiente sistema de guiagem.

Em 1885, Ellery publica finalmente os desenhos e descrições de 49 nebulosas observadas com o auxílio do GMT. No ano anterior (1884), Andrew Ainslie Common (1841-1903), realizou com o auxílio do seu telescópio de 36" (92 cm) algumas fotografias da nebulosa de Orion²³. As fotografias de Common tornam os desenhos de nebulosas obtidos pelo telescópio de Melbourne totalmente obsoletos. Em 1886 o espelho primário estava de tal modo detriorado que o GTM deixou de ser usado regularmente. Apesar disso o espelho foi removido e polido, tendo sido usado pela primeira vez o teste de Foucault nas oficinas de óptica do observatório.

O telescópio de Common foi mais tarde utilizado por James Edward Keeler (1857-1900) director do observatório de Lick. Keeler inicia um extenso programa com o principal objectivo de registar fotograficamente os objectos mais brilhantes (nebulosas) do catálogo de Herschel. Mais de metade destes objectos foram registados satisfatoriamente. Foi deste modo possível verificar pela primeira vez que a maioria das nebulosas apresentava uma estrutura espiral e não irregular como se pensava na época.

George Willis Ritchey, pioneiro da astrofotografia e da construção dos primeiros telescópios reflectores de grande abertura, escreveu em 1904 o seguinte comentário sobre o GTM:

I consider the failure of the Melbourne Instrument to have been one of the greatest calamities in the history of instrumental astronomy; for by destroying confidence in the usefulness of great reflecting telescopes, it has hindered the development of this type of instrument, so wonderfully efficient in photographic and spectroscopic work, for nearly a third of a century.

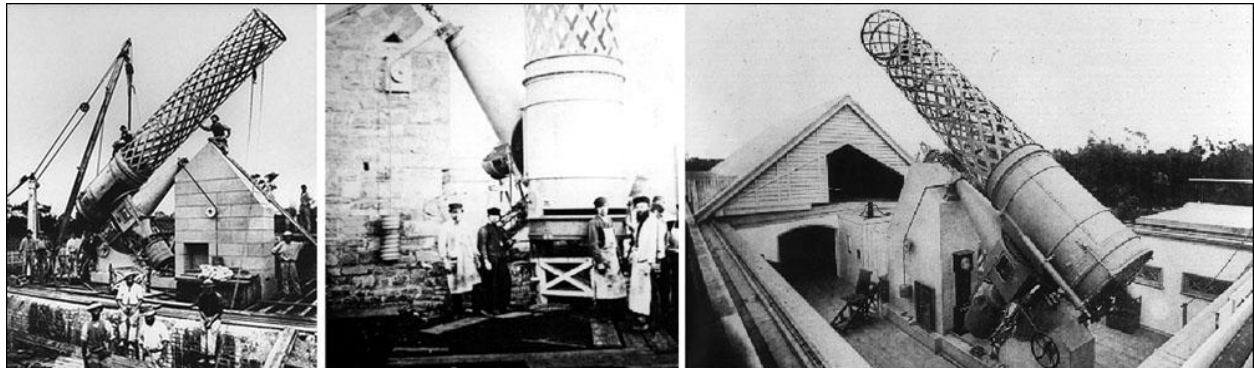


Figura 11- GMT, esquerda e centro (Dublin – Fábrica de Grubb) e direita (Melbourne).

Bibliografia:

- Gascoigne, S.C.B. (1996). The Great Melbourne Telescope and other 19th-century Reflectors. *Q.J. R. astr. Soc.*, 37:101-128.
- Glass, I.S. (1997). *Victorian Telescope Makers. The lives and Letters of Thomas and Howard Grubb*. Institute of Physics Publishing: 279pp.
- Herschel, J. (1860). Telescope. *Encyclopaedica Britannica*, 8th edition, vol. 21.
- Hogg, A.R. (1959). The last of the specula. *Astronomical Society of the Pacific*, No. 364: 8pp.
- King, H.C. (1955). *The history of the telescope*. Charles Griffin, High Wycombe, England.

²³ Como resultado destes trabalhos, é atribuída a Common a Medalha de mérito da "Royal Astronomical Society".

BUILDING LARGE TELESCOPES:

I- REFRACTORS

PEDRO RÉ

<http://astrosurf.com/re>

The second half of the nineteenth century was the age of the refractor. During this period we saw the growth of the refracting telescope to the greatest size attained to date (Figure 1). In the twentieth century the reflector surpassed the refractor.

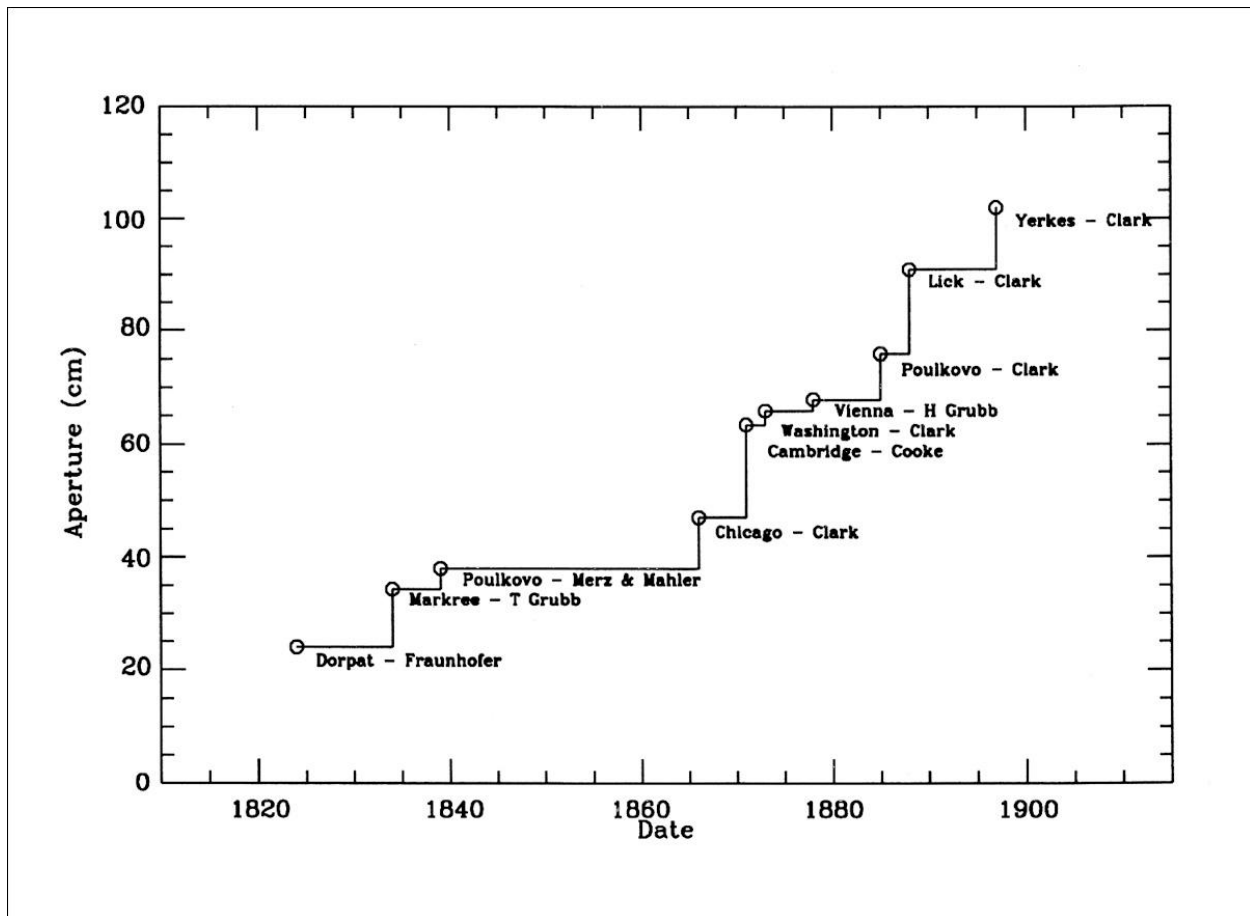


Figure 1- Growth in size of refracting telescopes during the second half of the nineteenth century.
Adapted from Danjon & Couder (1935).

The first modern refractor was built in 1824 by Joseph von Fraunhofer (1787-1826). The great Dorpat refractor with a 9.5-inch lens (14 foot focal length) was noted for his high quality optics but also for its mounting, the first example of what became known as the "German equatorial mount" (Figure 2).

The 13.3-inch Markee Observatory refractor was built by Thomas Grubb (1800-1878). This was T. Grubb first big contract as a telescope maker. The lens was built in 1831 by the French optician R.A. Cauchoix (1776-1845). The equatorial mount built by Grubb in 1832 was very solid compared to the equatorial of the great Dorpat refractor. The refractor was erected in 1834 on a triangular pier made of black marble (Figure 3). This telescope was not housed under a dome. The instrument was exposed to the weather with only the lens covered when not in use. Circular walls build around the mount protected the observer from the wind.



Figure 2- The great Dorpat refractor (left) was installed at Dorpat Observatory (center) under the rotatory cupola (right).

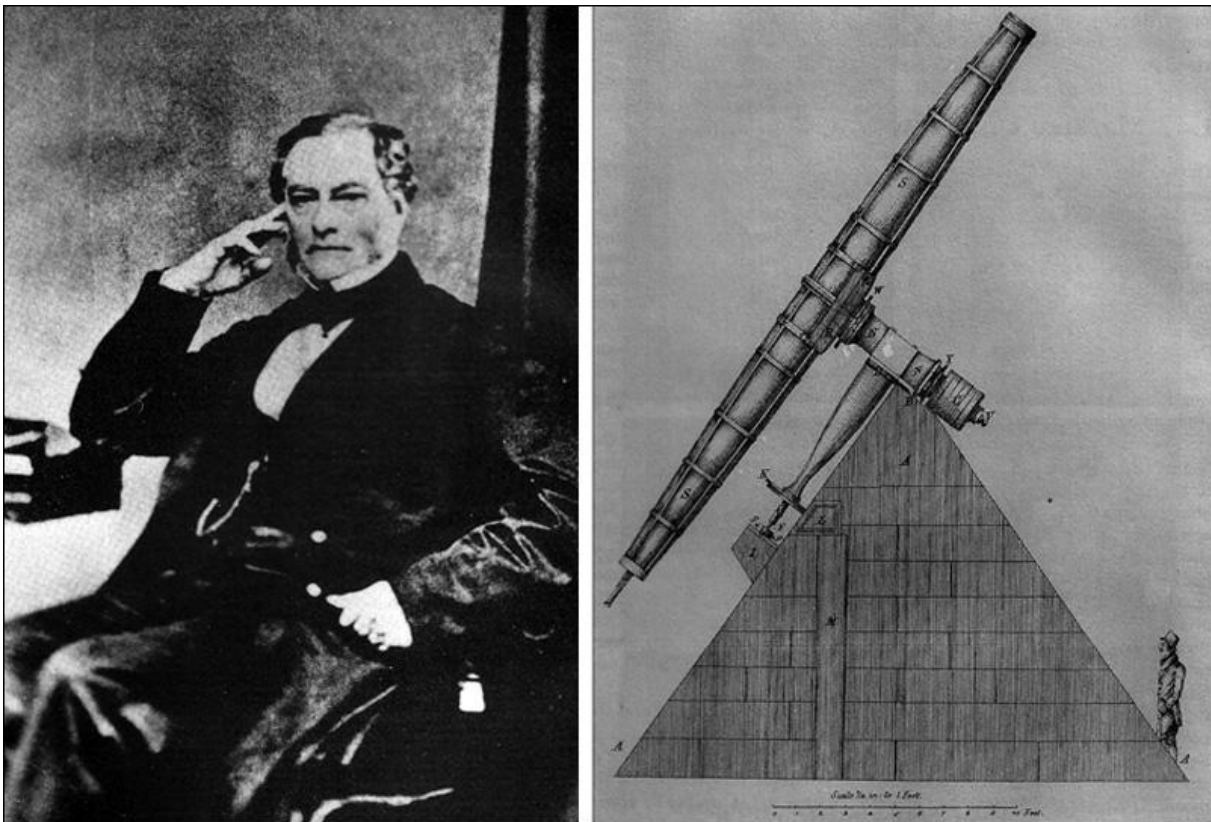


Figure 3- Thomas Grubb (1800-1878) and the 13.3-inch Markee Observatory refractor (1834).

In 1850 the largest refractors were the 15-inch (38 cm) instruments at Pulkovo and Harvard (Figure 4). These two telescopes were built by Merz & Mahler (Munich). In the middle of the nineteenth century the largest reflector was the Leviathan of Parsonstown built in 1845 by William Parsons, third Earl of Rosse (Birr Castle, Ireland). During this period refractors were largely preferred by astronomers for precision work at the observatory. Apart from periodical cleaning, the optical system of refractors needed no further attention. These instruments had several drawbacks: residual chromatic aberration, high cost and size limitations (lens plus mount). Reflectors do not exhibit chromatic aberration. The first mirrors were made of a copper-tin alloy that tarnished and had to be frequently re-polished. Only after the introduction silver-glass mirrors the reflector was able to compete with the refractor as far as precision work at the observatory is concerned.

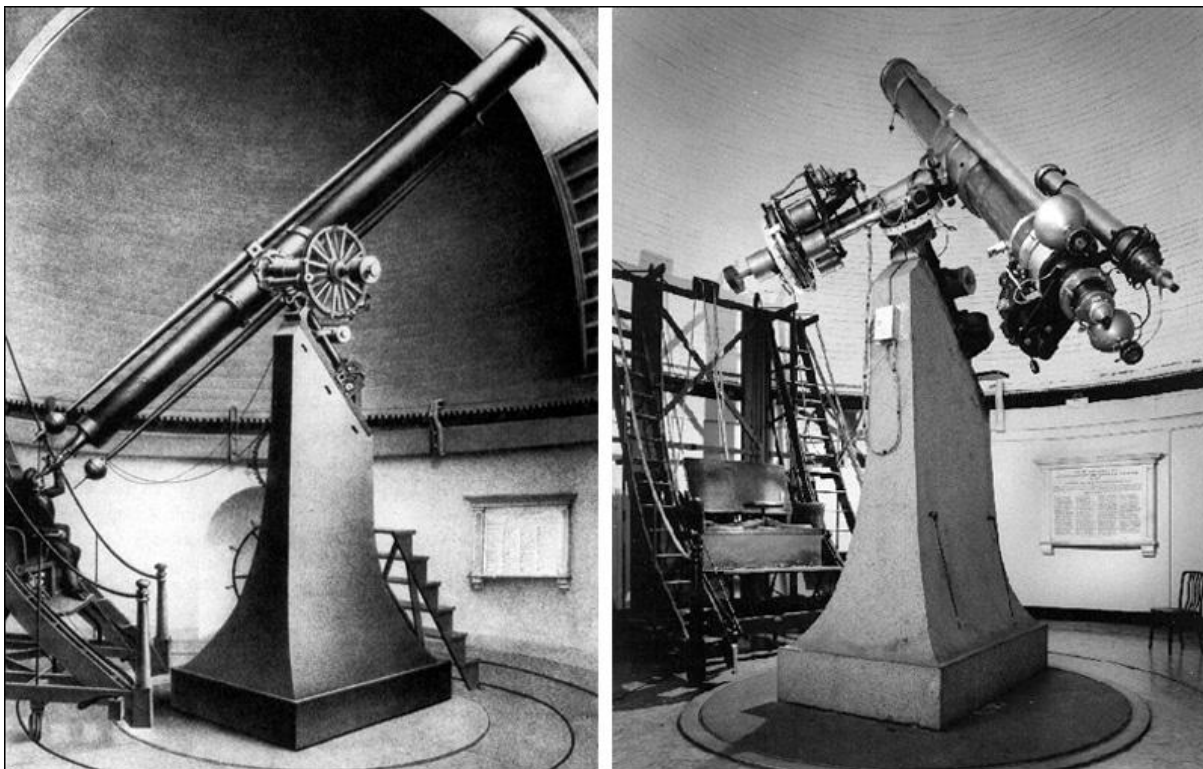


Figure 4- "The Great Refractor" of the Harvard observatory installed in 1847, was for twenty years the greatest refractor in the United States.

The next big refractor was built by Alvan Clark (1804-1887). Alvan Clark and his sons, George Bassett Clark and Alvan Graham Clark were the main makers of large refracting telescopes in the late nineteenth century. For five times the Clarks made the objectives for the largest refracting telescopes in the world. The first of these object glasses was the 18.5-inch (470 mm), 8.2 m focal length Dearborn telescope, commissioned in 1856 by the University of Mississippi (Figure 5). When Alvan Graham Clark tested this objective for the first time in 31 January 1862, he discovered the companion of Sirius. The telescope was only erected after the end of the American Civil War in 1866, by the University of Chicago.

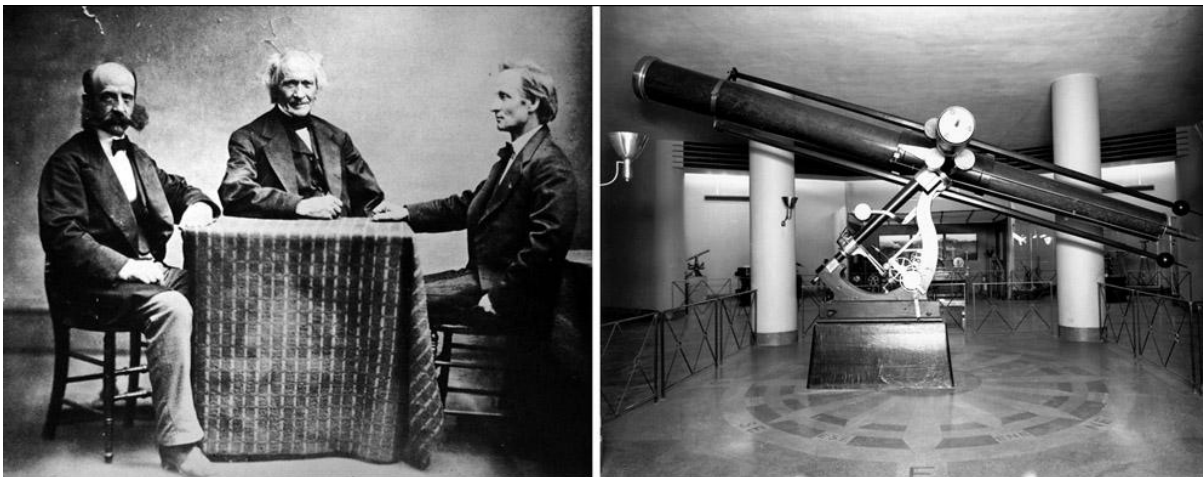


Figure 5- Alvan Clark & Sons (left) and the Dearborn refractor (right) erected in 1864.

The 18.5-inch refractor did not remain the largest refractor in the world for a long time. Robert Stirling Newall (1812-1889) a wealthy Scottish engineer and amateur astronomer, commissioned Thomas Cooke (1807-1868) to build a telescope for his private observatory at Ferndene. The discs for a 25-inch (64 cm) refractor were ordered from the Chance Brothers Company in 1863. The lens had a focal length of 9.1 m and a combined weight of 66 kg. The Newall refractor took seven years to build. It was for a few years the largest in the world. Newall erected this telescope in 1871 on his estate, a very unfavorable site: during a period of fifteen years he had only one night in which he could use its full aperture (Figure 6).

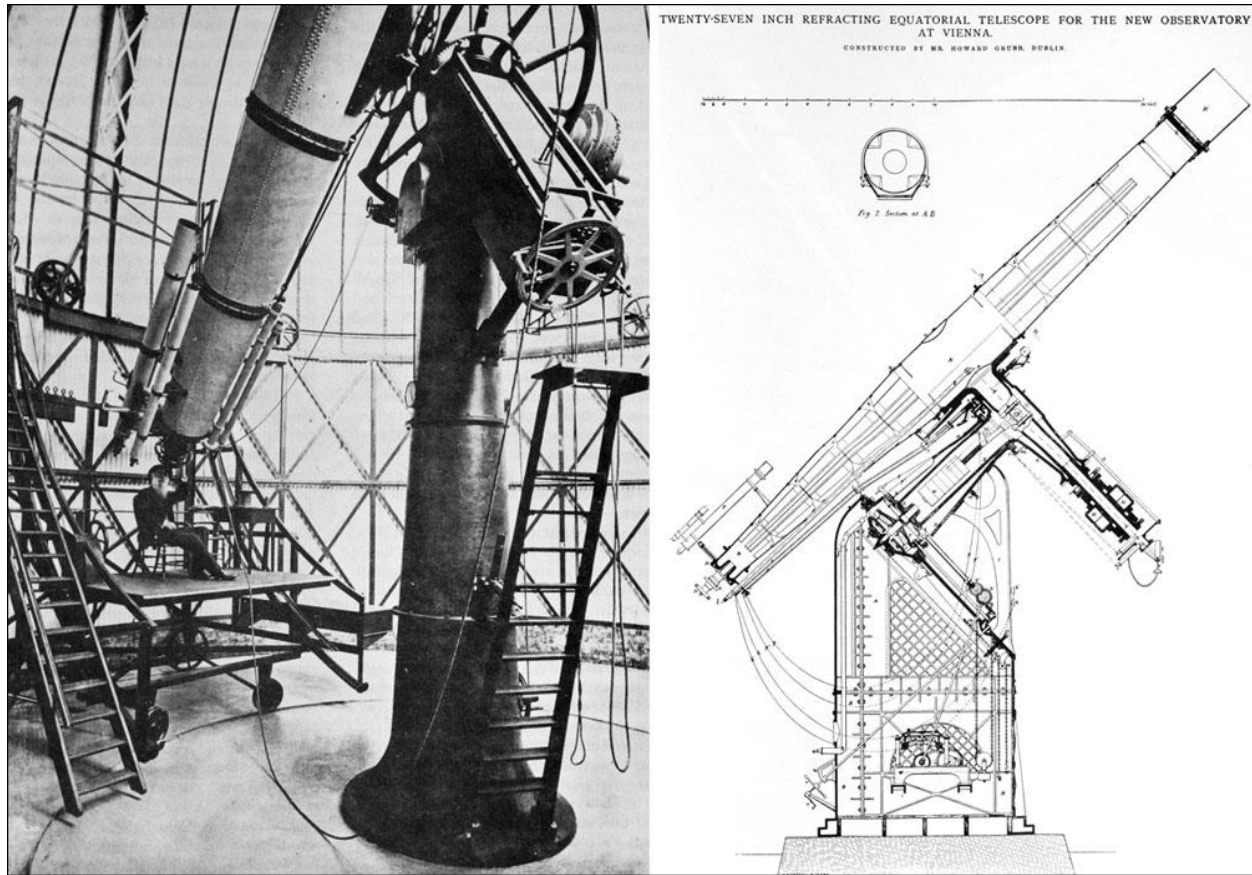


Figure 6- The 26-inch Newall refractor (left) and the 27-inch Grubb refractor of the Vienna Observatory (right). The 27-inch surpassed the 26-inch Clark of the U.S. Naval Observatory becoming the model of all mountings for subsequent large refractors.

The Clark firm also built in 1873 the 26-inch (660 mm) objective lens for the United States Naval Observatory. In 1883, they finished the 30-inch (760 mm) telescope for the Pulkovo Observatory in Russia (Figure 7). Asaph Hall (1829-1907) discovered the two satellites of Mars (Phobos and Deimos) using the 26-inch lens in 1877. The mount of the United States Naval Observatory was modeled after the Newall refractor.

The contract for building the 27-inch refractor of the Vienna Observatory was given to Thomas Grubb in 1872. Grubb introduced many innovations in the equatorial mount. The mount was very sturdy as compared to the Clark mounts. This equatorial mount became the model for all future mounts of large refractors (Figure 6).

Georg Wilhelm Struve (1793-1864), director of the Pulkovo observatory contracted the Repsold firm in Hanover for building the mount of a large 30-inch (76 cm) refractor (14.1 m focal length). The lens was made by Clark & Sons in 1884. The world largest refractor went into operation at the Pulkovo observatory in 1885 (Figure 7).

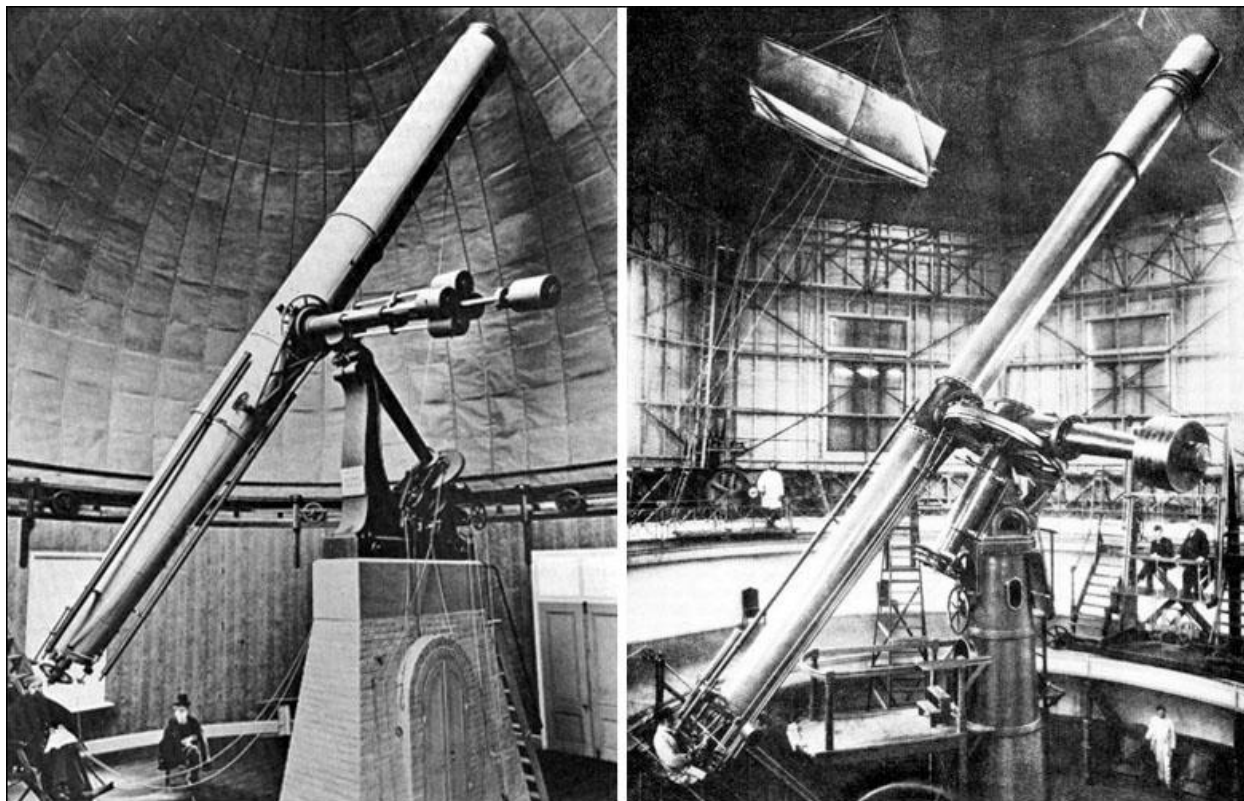


Figure 7- The 26-inch U.S. Naval Observatory refractor (left) and the 30-inch Pulkovo Observatory refractor (right) built by the Clark & Sons firm.

The next two big refractors were also built by the Clarks. In 1880 the Clark firm was given a contract to build a 36-inch (91 cm) objective and photographic corrector. The lens with a focal length of 17.6 m was finished in 1885 but the photographic corrector (33-inch, 84 cm) was only completed in 1887. The mount for this refractor was built by the Warner & Swasey firm and erected on Mount Hamilton (Lick Observatory) in 1887. The Lick refractor was one of the most productive instruments in the history of astronomy (Figure 8).

The Clarks agreed to make a 40-inch (102 cm) objective for the Yerkes observatory (Figure 8). Alvan Graham Clark, the last surviving member of the Clark family began figuring the lenses and Warner & Swasey were asked to supply the equatorial mount. The mount was finished in 1893 being displayed at the Columbia Exhibition in Chicago that same year. The 40-inch refractor (19.3 m focal length) went into operation only in 1897 after the foundation of the Yerkes Observatory in 1895. This refractor is still the largest in the world today. The combined weight of the two components of the 40-inch objective was 225 kg (Figure 9).

Before his death in 1897, Alvan Graham Clark declared his intention to make a 60-inch (152 cm) lens. In the twentieth century several attempts were made to build larger refractors without any success. By this time reflectors were the main instruments used for spectroscopy and astrophotography.

The limit of refractors was reached with the 40-inch. According to James Edward Keeler (1857-1900) that examined the lens in 1896:

"From these tests it appears that the character of the image varies with the position of the lenses relative to each other, and, to a less extent, with the position of the objective as a whole relatively to its cell. It is probable that flexure of the lenses is the principal cause of the observed changes, and it is interesting to note that there is here evidence, for the first time, that we are approaching the limit of size in the construction of great objectives".

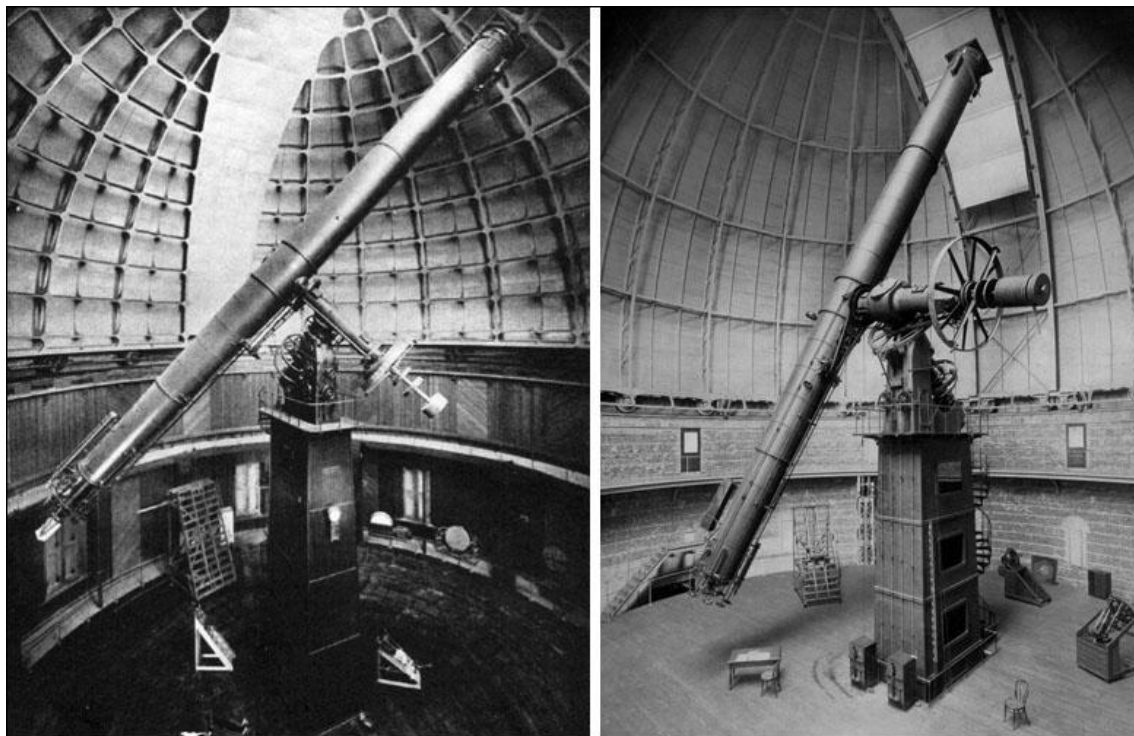


Figure 8- The 36-inch Lick Observatory refractor (left) and the 40-inch Yerkes Observatory refractor (right).



Figure 9- Alvan Graham Clark and Carl Lundin with the 40-inch object glass.

Sources:

- Danjon, A. & A. Couder (1935). *Lunettes et Télescopes*. Livrarie Scientifique et Technique, Paris.
- Glass, I.S. (1997). *Victorian Telescope Makers: The Lives & Letters of Thomas & Howard Grubb*. Institute of Physics Publishing, London
- King, H.C. (1955). *The History of the Telescope*. Dover Publications, Inc. New York.
- Warner, D.J. (1968). *Alvan Clark & Sons, Artists in Optics*. Smithsonian Institution Press