



APAA

Associação
Portuguesa
de Astrónomos
Amadores

ASTRONOMIA de Amadores

N.º 54 Janeiro/Junho 2018

JUNE 11th, 2017

01:22:54 UTC

N

P



© D. Peach/E. Kraaikamp/F. Colas/M. Delcroix/R. Hueso/G. Therin/C. Sprianu/S2P/IMCCE/OMP
(Supported by Europlanet 2020 RI)
106cm F/17 Cassegrain, Pic du Midi Observatory. ASI174MM

AS 10 MAIORES DIFICULDADES NO CONHECIMENTO DO CÉU A OLHO NU
Guilherme de Almeida

ASTRONOMIA E PROBLEMAS OCULARES
António Magalhães

QUANTIFICAR A POLUIÇÃO LUMINOSA: O BRILHO DO CÉU E A EQUAÇÃO DE SCHAEFER
Guilherme de Almeida

«MÉMOIRE» (DE FRIEDRICH STRUVE)
Tradução, apresentação e notas de Halima Naimova

ENCK'S MINIMA AND ENCKE'S DIVISION IN SATURN'S A-RING
Pedro Ré



APAA

Associação
Portuguesa
de Astrónomos
Amadores

**DESEJA PUBLICAR UM ARTIGO NA REVISTA *ASTRONOMIA DE AMADORES*?
ENCONTROU UMA TÉCNICA INTERESSANTE DE OBSERVAÇÃO OU DE
ASTROFOTOGRAFIA QUE GOSTARIA DE PARTILHAR?**

CONTACTE A APAA ATRAVÉS DO E-MAIL: INFO@APAA.CO.PT

Os artigos são sujeitos a uma apreciação prévia, pelo que a APAA não pode garantir a publicação de artigos que não reúnam os requisitos necessários.

**CARO LEITOR: SE GOSTA DOS ARTIGOS PUBLICADOS NA REVISTA *ASTRONOMIA DE AMADORES*,
DIVULGUE-A JUNTO DOS SEUS CONTACTOS E AMIGOS.**

ASTRONOMIA DE AMADORES

Revista de divulgação astronómica (n.º 54) — Janeiro/Junho 2018

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)

E-mail: info@apaa.co.pt • Internet: <http://apaaweb.com/> • Facebook: <https://www.facebook.com/APAAweb/>

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

REVISTA ASTRONOMIA DE AMADORES

Equipa redactorial: Pedro Ré, Guilherme de Almeida.

Periodicidade: Semestral

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

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

Colaboraram neste número: António Magalhães, Guilherme de Almeida, Halima Naimova e Pedro Ré.

Paginação e arranjo gráfico: Equipa redactorial.

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

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE ASTRÓNOMOS AMADORES (APAA)

Direcção

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

Secretário-Adjunto: Raimundo Ferreira.

Mesa da Assembleia-Geral

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

Conselho Fiscal

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

Pagamento de quotas

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

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

Novos sócios:

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

OBSERVATÓRIO APAA

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

ÍNDICE

AS 10 MAIORES DIFICULDADES NO CONHECIMENTO DO CÉU A OLHO NU	5
Guilherme de Almeida	
ASTRONOMIA E PROBLEMAS OCULARES	12
António Magalhães	
QUANTIFICAR A POLUIÇÃO LUMINOSA: O BRILHO DO CÉU E A EQUAÇÃO DE SCHAEFER	17
Guilherme de Almeida	
«MÉMOIRE» (DE FRIEDRICH STRUVE)	22
Tradução, apresentação e notas de Halima Naimova	
ENCK'S MINIMA AND ENCKE'S DIVISION IN SATURN'S A-RING	32
Pedro Ré	



Fotografia da capa:
Saturn near Opposition on June 11, 2017. D. Peach, E. Kraaikamp, F. Colas, M. Delcroix, R. Hueso, G. Thérin, C. Sprianu, S2P, IMCCE, OMP. The Encke division is visible around the entire outer A ring. Astronomy Picture of the Day (20170617).

As 10 maiores dificuldades iniciais no conhecimento do céu a olho nu

Guilherme de Almeida
g.almeida@vizzavi.pt

Quem não gostaria de saber o nome de uma estrela ou de ser capaz de apontar no céu, a dedo, diversas constelações com a certeza de que não se está a enganar? Muitos perseguem este sonho mas pensam que isso é inacessível. Na verdade, é muito mais fácil do que parece. Mas há técnicas e procedimentos facilitadores que convém saber. O sucesso depende da regularidade das práticas e neste artigo abordaremos as dificuldades sentidas mais frequentemente.



Numa série de acções de formação que realizei no Alqueva, de 2011 a 2013, questionei muitos dos formandos sobre as suas reais dificuldades e obstáculos na iniciação ao reconhecimento do céu a olho nu. Dessa interacção resultaram as dificuldades que se descrevem neste artigo, onde sugiro o que fazer para as ultrapassar.

Dificuldade número 1:

“Tanta confusão! Alguma vez vou conseguir identificar uma só estrela que seja?”

Identificar estrelas e constelações no céu não é difícil. No entanto, essa aprendizagem é progressiva: não acontece por milagre de um dia para o outro, mas os progressos serão rápidos desde que se adquira a técnica correcta e se pratique regularmente. Procure aprender um pouco em cada noite. Não insista em aprender mais de 2 a 3 *novas* constelações por noite, em períodos de cerca de meia hora, inicialmente. Procure localizar as estrelas mais brilhantes em cada constelação. Em cada oportunidade, reveja as constelações e estrelas que já conhece (as que estiverem acima do horizonte nesse momento) e acrescente as tais 2 ou 3 novas que vai aprender. Relacione o que já sabia com o que aprendeu nessa noite. É preferível praticar com regularidade, gradualmente, do que querer aprender tudo de uma só vez, o que seria impossível e frustrante. E a resposta é: *sim, vai conhecer o céu com mais facilidade e muito melhor do que agora imagina.*



Fig. 1. O deslumbramento do céu estrelado. Com poucos passos simples, o leitor vai passar a conhecer o céu, identificando com segurança estrelas e constelações. Esse processo será mais rápido do que possa pensar.

Dificuldade número 2:

“Quando vejo as estrelas não sei para onde me virar ou por onde começar”

É muito vantajoso conhecer as direcções dos pontos cardeais no local de onde contempla o céu. Se assistiu ao pôr do Sol, o oeste fica *aproximadamente* nessa direcção; o norte ficará à sua direita, o sul à sua esquerda e o este atrás de si. É na direcção sul que encontrará mais variedade para observar.

Acima do ponto norte do horizonte, elevando o seu olhar segundo um ângulo próximo da latitude do seu local de observação, encontrará a estrela Polar na extremidade da cauda da Ursa Menor. Verá que, à medida que as horas passam, as estrelas rodam no sentido contrário dos ponteiros de um relógio, aproximadamente em volta da Polar, num ciclo de cerca de 24 h (ou seja, cerca de 15º por cada hora do seu relógio). O sentido para oeste é sempre o sentido em que as estrelas, nesses percursos circulares, parecem mover-se. É claro que esse movimento é a ilusão criada pelo movimento de rotação da Terra. Sobre o horizonte sul, as estrelas desfilam de este para oeste, da sua esquerda para a sua direita, atingindo a sua maior altura ao passar sobre o ponto sul do horizonte. Este movimento aparente das estrelas chama-se movimento *diurno* porque o ciclo tem a duração de um dia. Comece pelo horizonte norte, se possível, e veja também algumas constelações mais óbvias que estejam a sul, identifique as que se elevam a nascente ou as que descem a poente. Siga de constelação em constelação, de estrela em estrela, utilizando o método dos alinhamentos, do qual se dão dois exemplos na figura 2, ilustrados com a seta verde e com a seta vermelha (v. **nota 1**).

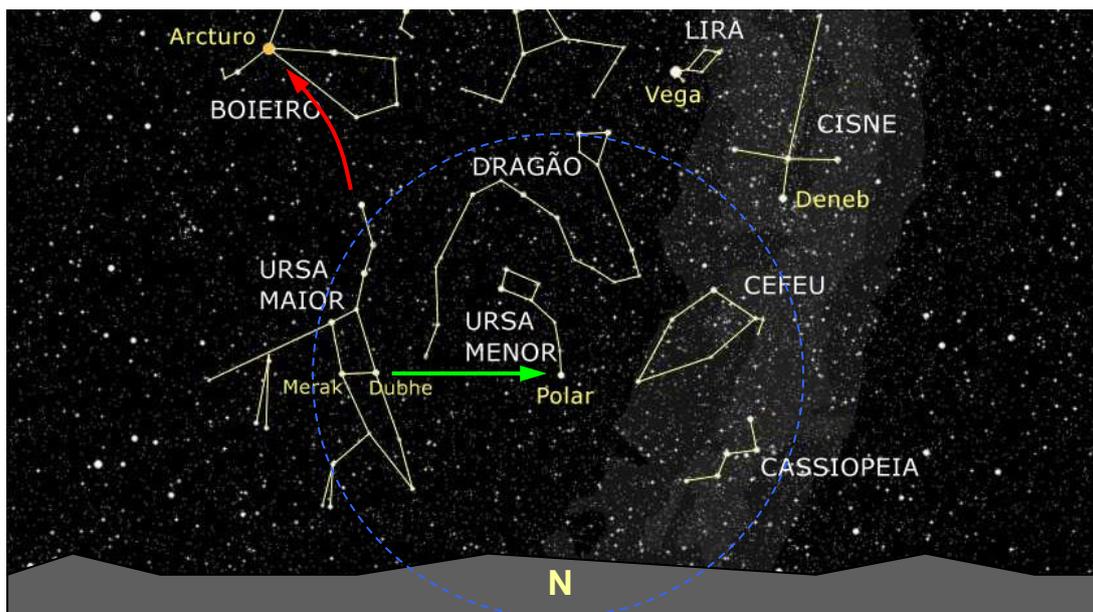


Fig. 2. Disposição das estrelas e constelações junto ao pólo celeste norte, no início de uma noite de Verão. A seta verde indica o alinhamento que permite localizar a estrela Polar a partir das guardas da Ursa Maior (*Dubhe* e *Merak*). A estrela Polar indica aproximadamente a posição do pólo norte celeste. Mapa do autor (2013).

Dificuldade número 3:

“As estrelas parecem-me todas iguais! É possível estabelecer entre elas alguma distinção facilitadora?”

Na verdade essa primeira impressão é falsa. Olhando com atenção, há cinco pormenores facilitadores:

1. As estrelas apresentam brilhos muito variados; nos mapas, essa diferença é traduzida pelo tamanho dos “pontos” que representam as estrelas, de tal forma que os “pontos maiores” representam as estrelas mais brilhantes e os “pontos menores”, progressivamente escalonados, indicam as estrelas de brilho gradualmente menor.
2. As estrelas estão distribuídas de forma irregular pelo céu, havendo áreas densamente povoadas, outras mais pobres em estrelas.
3. As estrelas são de diferentes cores, podendo ser avermelhadas, alaranjadas, amarelas, brancas e branco-azuladas (da próxima vez veja com atenção e recorra a um binóculo para melhor confirmar as diferenças de cor entre as estrelas).
4. Prestando atenção, verá que algumas estrelas mais brilhantes se destacam no céu e marcam (ou "desenham") no firmamento triângulos proeminentes, quadriláteros que saltam à vista, ou alinham-se em pequenos segmentos de recta quase perfeitos.
5. Partindo de duas estrelas que já sejam conhecidas, pode-se prosseguir na direcção de uma “recta” ou de um arco que as liga e, seguindo tal alinhamento, ir ao encontro de outras estrelas que passaremos a conhecer; é o método dos alinhamentos, descrito no nosso livro *Roteiro do Céu*.

Dificuldade número 4:

“Existem algumas noções de base que devo aprender?”

Além das noções já referidas nas dificuldades 2 e 3, há outras noções também importantes. Repare que, embora as estrelas se encontrem a distâncias da Terra muito diferentes de estrela para estrela, nós temos a ilusão de que todas parecem estar à mesma distância de nós, *parecendo* coladas no interior de uma gigantesca superfície esférica e somos iludidos a ponto de nos parecer que estamos no centro dessa esfera imaginária e gigantesca, vulgarmente chamada *esfera celeste*. O eixo da esfera celeste, seguindo nessa ilusão (que é útil ao nosso raciocínio) corresponde ao eixo de rotação da Terra. Se imaginarmos o prolongamento do eixo de rotação da Terra em ambos os sentidos, os pólos celestes serão os pontos imaginários onde esse eixo da Terra, assim prolongado, intersectaria a esfera celeste. Teremos assim o *pólo celeste norte*, acima do nosso horizonte e junto à estrela Polar (observador situado no hemisfério norte da Terra), elevado acima do horizonte norte segundo um ângulo igual à nossa latitude, e o *pólo celeste sul*, abaixo do horizonte sul, baixado segundo igual ângulo. Na Fig. 1, a circunferência azul contém as estrelas que estão sempre acima do horizonte (desimpedido) em qualquer noite do ano, no território de Portugal Continental.

O ponto da esfera celeste, mesmo por cima do observador, onde uma linha vertical tocaria a esfera celeste, chama-se *zénite*. Algumas estrelas podem passar no zénite.

Dificuldade número 5:

“O que é exactamente uma constelação? Como é que sei onde acaba uma constelação e começa a outra ao lado dessa?”

As estrelas estão a distâncias da Terra enormes e muito diferentes de estrela para estrela. As que podemos ver a olho nu situam-se entre 270 mil vezes e 270 milhões de vezes a distância a que estamos do Sol. Mas como nos dão a *ilusão* de estarem à mesma distância de nós, podemos ver, lado a lado, estrelas muito desigualmente afastadas da Terra.

Com alguma imaginação, os nossos antepassados atribuíram nomes de figuras lendárias, heróis, animais ou instrumentos aos grupos aparentes de estrelas que, por ilusão de perspectiva, viam no

céu. Hoje sabemos que as estrelas de uma mesma constelação, devido às distâncias muito diferentes a que se encontram de nós, nada têm a ver umas com as outras: as constelações são grupos *aparentes* de estrelas e são um produto (embora muito útil) da imaginação humana.

Na definição moderna (desde cerca de 1928), as constelações são regiões delimitadas da esfera celeste, definidas por acordo internacional (como acontece com as fronteiras entre os países na Terra). Por isso, as fronteiras marcam essa tal separação e não há nenhum ponto do céu que não pertença a uma constelação. Não há, portanto, estrelas ‘desgarradas’, que não pertençam a nenhuma constelação?” Pertencem a uma dada constelação todos os astros que ficam dentro da sua fronteira, sejam ou não visíveis a olho nu.

Os padrões de estrelas que reconhecemos no céu ajudam a localizar cada constelação e, por enquanto, isso será suficiente. Visualize as figuras que os mapas celestes mostram, em que as estrelas mais brilhantes de cada constelação aparecem unidas por traços. Habitue-se a esses padrões. No entanto, uma constelação é mais do que aquelas estrelas de brilho mais evidente cujo padrão característico nos permite o seu reconhecimento no céu, seja pela semelhança com a figura ou animal que representaram no passado, seja por formarem um padrão abstracto, mas tão característico que nunca mais nos esquecemos dele, ou ainda por serem circundadas por outras constelações mais conhecidas e evidentes.

Qualquer grupo de estrelas que forme um padrão aparente de fácil reconhecimento, e que não seja oficialmente uma constelação, é conhecido pelo nome de “asterismo”. Por exemplo, as sete estrelas mais brilhantes da Ursa Maior (grupo popularmente conhecido como “Arado” ou “Caçarola”), o “W” da Cassiopeia ou “As Três Marias” (na constelação de Oriente) são exemplos de asterismos.

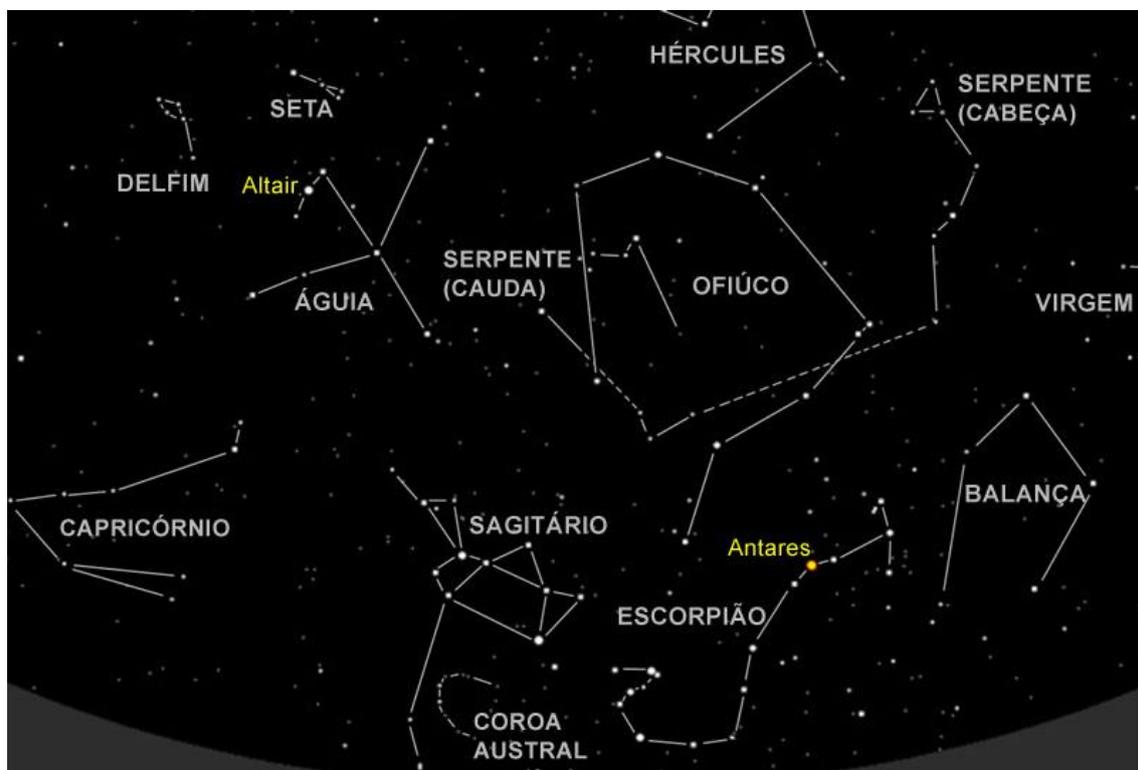


Fig. 3. Disposição das estrelas e constelações logo acima do horizonte sul, no início de uma noite de Verão. O Escorpião e o Sagitário marcam as suas presenças, podendo ver-se outras constelações fáceis de identificar. Mapa do autor (2013).

Dificuldade número 6:

“Depois de muito esforço, já consigo reconhecer uma constelação; e as outras?”

Se seguiu a técnica própria, não foi necessário muito esforço. Mas se já consegue identificar uma constelação no céu, compare-a com a sua representação num mapa (ou carta celeste). Estabeleça a correspondência entre as estrelas mais brilhantes que vê no céu e os "pontos" (representando estrelas) marcados no mapa. Por outras palavras, procure ver qual é a estrela que corresponde “àquele ponto do mapa” e veja o nome dessa estrela indicado no mapa. Se consegue fazer essa correspondência para duas ou três estrelas, comece a aplicar a mesma técnica nas áreas do céu que envolvem imediatamente a constelação visada.

Incline o mapa, se necessário, para a sua esquerda ou para a sua direita de modo que ele se assemelhe ao que está a ver no céu. Veja que constelação fica a norte “dessa”, no mapa e procure-a no céu. O mesmo a sul, a este e a oeste: alargue, assim, progressivamente, o território celeste que já consegue identificar.

Dificuldade número 7:

“Não vejo nenhuma semelhança entre as estrelas de uma constelação e o nome dessa constelação; não reconheço as figuras clássicas de que me falaram”

Comece por identificar as estrelas mais brilhantes, que lhe servirão depois como guias de referência. O seu sucesso começa no momento em que conseguir fazer corresponder uma estrela brilhante, que está a ver no céu, com um ponto marcado num mapa de estrelas. Na verdade só algumas constelações mostram tal semelhança de forma notória. Por exemplo, a Ursa Maior, o Leão, o Escorpião, o Touro, o Cisne e mais algumas. Nos outros casos essa semelhança é muito duvidosa, mas não se preocupe: na verdade, o que interessa é que seja capaz de reconhecer os *padrões* definidos pelas principais estrelas de cada constelação. Por exemplo, a Cassiopeia, cujas estrelas mais brilhantes marcam no céu um “M” ou um “W”, não se parece nada com a rainha da Etiópia, que supostamente representaria. Apesar disso, o “M” (ou o “W”) é inconfundível e não impede nem sequer dificulta o reconhecimento dessa constelação.

Na definição moderna, as constelações são regiões delimitadas da esfera celeste, por acordo internacional. Os padrões de estrelas que reconhecemos no céu ajudam a localizar cada constelação, mas uma constelação é mais do que aquelas estrelas de brilho mais evidente que aparecem ligadas por traços nos mapas.

Dificuldade número 8:

“Consigo localizar algumas constelações, mas outras não”

Com o tempo, essa dificuldade desaparecerá. Mas convém saber que nem sempre a disposição das estrelas de uma dada constelação nos faz lembrar, de forma óbvia, o animal, herói ou figura que essas constelações representavam historicamente. Algumas vezes tal semelhança é óbvia e noutras não, **como já foi referido na dificuldade número 7**. Além disso a dimensão aparente das constelações é muito variável, havendo constelações minúsculas (por exemplo, o Delfim, Porto, Seta) com menos de 10º de extensão outras de poucas dezenas de graus (Águia, Cisne, Leão) e outras muito maiores (Ursa Maior, Hidra).

Por outro lado, algumas constelações são formadas só por estrelas de brilho aparente muito fraco (por exemplo, a Taça, o Sextante, o Lince), o que dificulta o seu reconhecimento e exige céus muito

mais escuros para se conseguirem ver tais estrelas e por consequência identificar padrões que permitam o reconhecimento dessas constelações mais subtis.

Comece pelas constelações mais simples e óbvias e prossiga gradualmente para as mais ténues e menos fáceis de localizar. Em algumas semanas conhecerá mais de 20 constelações, mas deve prosseguir ao longo do ano, dado que as constelações quase nas proximidades da direcção do Sol não serão visíveis de momento e há que esperar para que se tornem acessíveis. Num céu com um *pouco* de poluição luminosa, será mais fácil de reconhecer as constelações. Quando estiver à vontade, passe para céus mais escuros.

Dificuldade número 9:

“Desde a infância que tenho o sonho de conhecer o céu, reconhecer as constelações e identificar algumas estrelas. Devo comprar já um telescópio?”

De forma alguma: não pense no telescópio por enquanto. Um telescópio, quando não se conhece o céu, dará para ver a Lua, cuja localização celeste é óbvia, mas mais nada. Há que conhecer o céu suficientemente bem para saber onde estão os objectos mais interessantes para observar, e para conseguir identificar os planetas.

E antes do telescópio convém passar por um binóculo. Esse binóculo continuará a ser útil, mesmo depois de se ter um telescópio: não vai ser um investimento desperdiçado.

Dificuldade número 10:

“Onde andam os planetas? Conseguirei vê-los a mudar de posição em relação às estrelas?”

Os mapas celestes só mostram as estrelas e alguns também incluem galáxias, nebulosas e enxames de estrelas. Este é o “panorama fixo”. Os planetas mudam de posição, gradualmente, *em relação ao fundo de estrelas*, notando-se diferenças de posição a intervalos de alguns dias ou semanas. Note bem: alguns dias ou semanas (nunca verá um planeta a descolar-se de forma óbvia, em relação às estrelas, numa questão de minutos; se isso acontecer estará a ver um satélite artificial, e não um planeta). Essa rapidez de mudança de posição não é igual para todos: Mercúrio e Vénus mudam rapidamente de posição em relação às estrelas, notando-se diferenças sensíveis em alguns dias. Marte muda de posição mais lentamente. Júpiter exige alguns meses para que a diferença seja óbvia. E os restantes planetas ainda são mais vagarosos a mudar de posição em relação às estrelas. Um mapa que incluísse os planetas só seria válido para uma determinada data, ou quando muito, para alguns dias em torno dessa data.

Na verdade, os planetas surgem sempre como *algo que está a mais* em relação aos mapas celestes. Os planetas são sempre vistos junto à eclíptica, ao longo de uma faixa (zodiaco) onde se incluem as constelações bem conhecidas do Carneiro, Touro, Gémeos, Caranguejo, Leão, Virgem, Balança, Escorpião, Sagitário, Capricórnio, Aquário e Peixes. Se vir um ponto brilhante no céu, que não conste dos mapas, olhe-o durante uns 20 segundos. Se não o vir mudar de posição será um planeta. Se o vir deslizar muito lentamente no céu, mas de forma óbvia e regular, será um satélite artificial. Se se mover rapidamente, deixando por breves segundos um rasto no céu, será um meteoro, vulgarmente chamado (na linguagem popular) “estrela cadente”. Não espere ver um planeta a mover-se em relação às estrelas durante o tempo em que está a olhar para ele. Em geral, os planetas não cintilam, mas isso nem sempre é um indicador seguro de que está perante um planeta. Mercúrio, Vénus, Marte e Júpiter, em determinadas ocasiões, podem mostrar-se mais brilhantes do que qualquer estrela (excepto o Sol).

Conclusão

Num inquérito que fiz em 2013, uma percentagem maioritária dos inquiridos afirmava que a sua maior dificuldade era “separar as constelações umas das outras”, pois o céu parecia-lhes habitado “por uma só e enorme constelação”.

Muitas pessoas imaginam, erradamente, que conhecer o céu é impossível, mas a aplicação continuada de um conjunto de técnicas simples mostrar-lhe-á que isso não é verdade. Espero que este artigo contribua para desmistificar e relativizar as dificuldades sentidas por quem se vai iniciar no conhecimento do céu a olho nu.

NOTAS

(1) – Uma exemplificação pormenorizada e comentada de dezenas de alinhamentos de estrelas pode ser encontrada nas obras referidas nem “para saber mais”. A técnica dos alinhamentos constitui o método preferencial para o conhecimento do céu, permitindo aprender a localizar estrelas e constelações com rapidez e eficiência.

Para saber mais

Guilherme de Almeida — *O Céu nas Pontas dos Dedos*, 1.ª Edição, Plátano Editora, Lisboa, 2013. *pack* livro+planisfério celeste multifuncional). ISBN: 978-972-770-928-1 . Livro recomendado pelo Plano Nacional de Leitura. Informação em: <http://www.platanoeditora.pt/?q=C/BOOKSSHOW/7595>
E <http://www.platanoeditora.pt/files/1110/8872.pdf>

Guilherme de Almeida — *Roteiro do Céu*, Plátano Editora, 5.ª Edição, Lisboa, 2010.
ISBN: 978-972-770-243-5. Informação em <http://www.platanoeditora.pt/?q=C/BOOKSSHOW/17>

Máximo Ferreira – *O Pequeno Livro da Astronomia*, Bizâncio Editora, 6.ª Edição, Lisboa, 2017.
ISBN: 9789725301265 <https://www.bertrand.pt/ficha/o-pequeno-livro-da-astronomia?id=103771>

Guilherme de Almeida; Pedro Ré — *Observar o Céu Profundo*, 2.ª edição, Plátano Editora, Lisboa, 2003. ISBN: 9789727072781 <https://www.platanoeditora.pt/?q=C/BOOKSSHOW/18>

Máximo Ferreira; Guilherme de Almeida — *Introdução à Astronomia e às Observações Astronómicas*, 7.ª edição, Plátano Editora, Lisboa, 2004. ISBN: 9789727702671
<https://www.platanoeditora.pt/?q=C/BOOKSSHOW/16>

Guilherme de Almeida — *Telescópios*, Plátano Editora, Lisboa, 2004. ISBN: 9789727702336
<https://www.platanoeditora.pt/?q=C/BOOKSSHOW/15>

Astronomia e problemas oculares



António Magalhães

[antoniomag\(a\)gmail.com](mailto:antoniomag(a)gmail.com)

(Médico oftalmologista, astrónomo amador e antigo presidente da APAA)

A observação dos objectos celestes através de telescópios ou binóculos tem alguns problemas que convém apreciar em termos de oftalmologia. Neste artigo consideram-se dois riscos muito relevantes para o observador, podendo provocar lesões oculares (a observação desprotegida do Sol) ou o contágio por doenças transmitidas pela partilha de oculares.

A observação do Sol

Não seria de imaginar que uma actividade ao ar livre de observação do céu pudesse também ter perigos para os olhos. Começemos pelo mais grave: a observação do Sol.

Mesmo a olho nu não devemos olhar para a nossa estrela mais do que escassos momentos, em especial se ele estiver alto em relação ao horizonte. Um problema especialmente grave é a eventual observação *acidental* ⁽¹⁾ do Sol. Esta observação pode causar problemas retinianos graves ao fazer incidir uma grande quantidade de luz na retina, em especial se for na região designada por *mácula*. A lesão desta é fortemente incapacitante, ao destruir a chamada visão central, aquela que nos permite ver pormenores e perceber as cores.

Os óculos de sol são inúteis para observar o Sol ou um dos seus eclipses. Num estudo do nosso amigo Guilherme de Almeida demonstrava-se que era necessário colocar uma pilha de vinte e dois óculos desses para obter alguma protecção ⁽²⁾. Temos de admitir que não é nada prático!

Há óculos especiais para o efeito com filtros apropriados, mas mesmo esses devem ser verificados antes da sua utilização pois basta um furo mínimo para o perigo existir.

Bastará pensar que se as lentes que formam os nossos olhos, nomeadamente a córnea e o cristalino, são suficientes para focar a luz solar ao ponto de causar a ocorrência de queimaduras da retina, o perigo aumenta enormemente com o uso de instrumentos (binóculos ou telescópios) pois a quantidade de luz captada é muito maior uma vez que é proporcional ao quadrado da abertura do instrumento.

Outro problema também relacionado com a observação da nossa estrela é, no mínimo, dramático. Refiro-me ao eventual estilhaçar da ocular ⁽³⁾ devido ao aumento brutal da sua temperatura. Este acontecimento pode levar a graves traumas do globo ocular.

Na falta de filtros apropriados, a observação do Sol pode também ser feita através de projecção da imagem em ecrã ⁽⁴⁾, e com a vantagem suplementar de poder ser apreciada por várias pessoas em simultâneo. Falta-lhe no entanto o encanto da observação “ao vivo”.

Doenças transmissíveis pela partilha de oculares

O propósito da segunda parte deste artigo é o de abordar a eventual transmissão de doenças dos olhos através do contacto com as oculares dos telescópios ou binóculos. Quero abordar especificamente o problema das doenças contagiosas.

De facto, o uso do mesmo instrumento de observação por diferentes pessoas leva ao contacto físico com essas oculares ou com as borrachas que as envolvem. Efectivamente, as oculares por serem a parte dos instrumentos de observação que fica em contacto com os olhos dos observadores podem ser um meio de transmissão de algumas doenças dos olhos.

Em binóculos ou mesmo em telescópios mais modestos as oculares são fixas (não se podem trocar entre duas observações). Mas mesmo nos instrumentos de maior qualidade, não é prático estar a substituir a ocular após cada observação. Fazê-lo teria vários inconvenientes, em especial a quase certa necessidade de verificar de novo o alinhamento e a focagem por parte do responsável pelo telescópio.

Os agentes infecciosos, em especial bactérias e vírus, transmitem-se facilmente do corpo de uma pessoa para os objectos em que esta toque. E os olhos não estão isentos desse perigo. É certo que não costumamos tocar com a córnea ou a esclerótica nas oculares, (no caso da primeira é extremamente doloroso), mas não acontece o mesmo com as pestanas ou com a pele das pálpebras.

Caso sejamos portadores de algum agente patogénico, iremos conspurcar as oculares. As pessoas que a seguir as forem usar poderão assim ser contagiadas. Que medidas tomar? A primeira é uma questão de civismo. Entre essas patologias podemos considerar as *conjuntivites* as *blefarites*, e as *queratites*, que descrevo seguidamente

1. As *conjuntivites* são as inflamações da conjuntiva. Esta é o revestimento da face interna das pálpebras e da esclerótica (popularmente referida como «o branco do olho»).
2. As *blefarites* são inflamações do bordo palpebral, nomeadamente da raiz das pestanas.
3. As *queratites* são as inflamações da córnea, a parte do olho que por ser transparente é por vezes referida como «o castanho do olho». Na verdade o eventual “castanho” (ou outras cores) está mais atrás, na íris.

Se estivermos afectados por qualquer destas doenças devemos evitar os beijos na face ou limpar os olhos com um lenço de outra pessoa, deveremos também evitar usar as oculares de uso por vários observadores. Estas inflamações podem ser de diversas etiologias, das quais se destacam as alérgicas e as causadas por bactérias, por fungos ou vírus.

Pessoas com os olhos vermelhos, mesmo que só de um olho, devem evitar usar instrumentos ao dispor de outras pessoas.



Exemplo de uma doença oftálmica contagiosa: a conjuntivite viral. Créditos desta fotografia e da imagem de abertura deste artigo: Guilherme de Almeida, 2017.

Riscos de contágio

Em teoria poderíamos admitir que alguém possa trazer nas pestanas alguma substância que cause alergia numa das pessoas que se lhe seguisse no uso da ocular. No entanto, esta possibilidade parece-me pouco provável. É mais fácil aceitar que alguém portador de uma infecção por um dos agentes habituais (vírus, bactérias, ou fungos), possa contaminar um objecto que depois será veículo para contaminar terceiros. Esta possibilidade é mais credível, mas felizmente não é frequente. É claro que as consequências resultantes do uso de uma mesma ocular por diversas pessoas, em que eventualmente alguma delas tenha uma infecção dos tecidos do olho são menos dramáticas do que as de uma observação desprotegida do Sol.

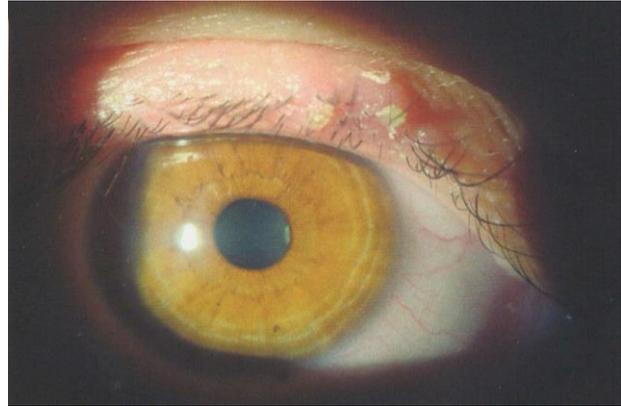
A pessoa portadora do agente infeccioso pode contaminar directamente a ocular pelo contacto físico com as pálpebras ou indirectamente (em especial pelos dedos) ao tocar por exemplo no dispositivo de focagem ou na própria ocular. Ainda menos frequente, mas ainda assim possível, é a transmissão do agente patogénico antes de a infecção se manifestar na própria pessoa, ou seja, durante o período de incubação. A pessoa já tem o agente nos seus tecidos, mas o mesmo ainda não se multiplicou ao ponto de exhibir a infecção. E a pessoa ainda não sabe que o tem.

É também possível que alguém com uma infecção crónica ou com poucos sintomas possa contaminar outra pessoa e nesta a infecção ser mais “espectacular”.

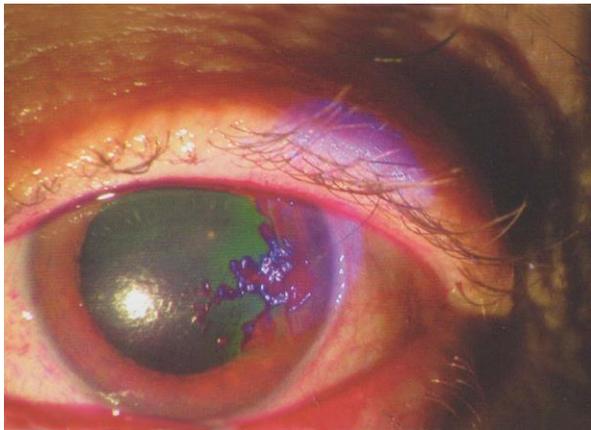
Em suma, é pouco provável, mas não impossível, que as observações astronómicas acarretem o risco de patologias transmissíveis dos olhos; no entanto, ainda assim convirá estar atento.



Conjuntivite bacteriana aguda, evidenciando secreções purulentas e hiperemia conjuntival.



Blefarite anterior, com sinais evidentes na pálpebra superior.



Queratite herpética epitelial dendrítica. A visibilidade da patologia foi evidenciada por meio de corantes.

Créditos desta imagem e das duas imediatamente anteriores: *Superfície Ocular*, coordenação de Paulo Torres, Edição da Sociedade Portuguesa de Oftalmologia, Dezembro de 2012,

Medidas de precaução

Uma limpeza regular das oculares é conveniente, seguindo as instruções do fabricante. Há também a possibilidade de o responsável pelo instrumento ter consigo toalhetes com que irá limpar a protecção da ocular ou a superfície da própria ocular mais susceptível de contaminação após cada observação. No entanto, daqui podem resultar de imediato vibrações no instrumento e mesmo desalinhamento. É verdade que esta limpeza em geral não é garantia absoluta de desinfectação, mas reduzirá bastante o risco de eventual contaminação. Costumo dizer que «é melhor que nada».

Na verdade a forma mais segura de partilhar observações é certamente a da projecção em monitor da imagem que está a ser captada pelo telescópio, como aliás tem de ser feito quando se usam câmaras CCD. Esta forma permite mostrar as imagens simultaneamente a um grupo de pessoas, é muito mais higiénica, mas falta-lhe aquela sensação de ver «ao vivo».

Oculares em segunda mão

Outro problema associado a esta questão é o da compra de oculares já usadas. A não ser que saiba que o anterior utilizador sofria de grave doença contagiosa dos olhos, em princípio não haverá problema. É certo que muitos agentes infecciosos têm uma grande capacidade de resistência em meios sem água e alimento, mas penso que será muito improvável que o comprador corra riscos ao usar a ocular recém-adquirida. Alguns dias deverão bastar para incapacitar os eventuais agentes patogénicos.

Claro que uma limpeza com uma substância como o álcool, que não danifique a ocular, irá eliminar a imensa maioria dos germes que eventualmente ainda lá permanecem.

Caso ainda assim alguém adquira uma ocular e tenha receio de a usar por medo de contágio, mesmo após uma boa limpeza, sugiro que se dirija a um laboratório onde sejam feitas esterilizações de frascos e tubos de ensaio através de ultravioletas e aí peça para esterilizar a sua ocular.

(1) Dadas as condições e equipamentos referidos na nota 3, o maior perigo — no caso de observadores experientes — é de facto o da observação *acidental*, resultante de um esquecimento, ou de um filtro que caia inesperadamente. Resta ainda, é claro, o risco associado aos observadores ainda principiantes, pouco informados e não conscientes dos reais perigos que correm; estes últimos são susceptíveis de querer o observar o Sol sem a protecção adequada (N. do Editor).

(2) Este cálculo refere-se ao empilhamento de óculos de sol com absorção (cada lente) de 40% (N. do Editor).

(3) Este problema é agora mais raro do que foi em tempos idos. Os filtros solares em frente da ocular são coisa do passado, quase extinta. Actualmente muitos astrónomos amadores já usam filtros frontais, de polímero metalizado, ou de vidro com deposição metálica, em que só passa 1/100 000 da luz incidente (densidade óptica 5), com eficácia filtrante no visível, no infravermelho e no ultravioleta, pelo que a filtragem já se fez antes da entrada da luz no telescópio. Os filtros solares de vidro escuro junto à ocular também caíram em desuso. Outros amadores usam cunhas de Herschel, onde a luz solar é reflectida numa superfície de vidro não metalizada, de modo que só 5% da luz segue para a ocular. Ainda assim, é necessário um filtro adicional, mais suave, com passagem de cerca de 1/500 do fluxo luminoso (densidade óptica de cerca de 2,7); este filtro vai junto à ocular, mas já não corre riscos de aquecimento devido à rejeição já operada pela cunha de Herschel (N. do Editor).

(4) A observação solar por projecção ocular deverá ser feita de preferência com oculares sem lentes coladas, (Ramsden, Huyghens), para que o aquecimento não destrua a cola óptica entre os elementos constituintes da ocular. Neste método de observação são de evitar telescópios refractores com mais de 6 cm de abertura (para reduzir os riscos de aquecimento excessivo da ocular), assim como os telescópios catadióptricos. Nos telescópios reflectores é boa prática diafragnar a abertura a não mais de 12 cm, para evitar o aquecimento excessivo da ocular usada na projecção. (N. do Editor).

Quantificar a poluição luminosa: o brilho do céu e a equação de Schaefer



Guilherme de Almeida
g.almeida@vizzavi.pt

Os efeitos nefastos da poluição luminosa são conhecidos de todos os que pretendem realizar observações astronómicas, seja superficialmente ou com empenhada dedicação. Um céu pouco contaminado pela poluição luminosa é por isso o sonho de muitos observadores. A qualidade do céu nocturno, deste ponto de vista, é traduzida por dois parâmetros importantes que – como veremos – podem ser aproximadamente convertidos entre si pela equação de Schaefer. Neste artigo analisaremos algumas conclusões práticas, interessantes, e até surpreendentes, que se podem extrair desta interessante equação.

O céu escuro e a sua deterioração

Mesmo num local ideal e sem poluição luminosa, o que seria o verdadeiro paraíso do observador, o céu nocturno nunca é completamente negro. Mesmo nos locais mais inóspitos da Terra existe sempre um brilho residual natural e muito fraco, proveniente de vários factores:

- a) excitação/desexcitação de átomos existentes na alta atmosfera terrestre, sobretudo de oxigénio e sódio, provocada pela radiação solar, principalmente no domínio do ultravioleta, com emissão no visível (fenómeno normalmente conhecido como *air glow*);
- b) reflexão e difusão da luz solar em poeiras existentes no plano do sistema solar (luz zodiacal);
- c) difusão, na nossa atmosfera, da luz das próprias estrelas.

Estes três fenómenos, de intensidade variável, contribuem em média, respectivamente, com 65,9%, 27,3% e 6,8% para o brilho global (natural) do céu. Os factores a) e b) variam com a latitude do local, com a época do ano e com a actividade do ciclo solar; o factor b) depende ainda da inclinação de eclíptica em relação ao observador, que é variável com o momento da observação.

Alguns cálculos prévios

Em condições médias, na região zenital, o brilho *natural* do céu (**Nota final 1**) é, aproximadamente 220 vezes superior ao de uma estrela de magnitude visual aparente 10 cuja luz estivesse distribuída uniformemente por um grau quadrado de céu. Este valor, que se pode designar como

“magnitude 10 por grau quadrado de céu” (abreviadamente mag 10/(°)²,

é tomado em Astronomia como unidade e representado por S₁₀ (**Nota final 2**). Vamos converter este valor em unidades mais convenientes à percepção do observador:

Dado que 1° = 3600", então (1°)² = 3600"x 3600" = 1,296x10⁷(")²,

então, o brilho de uma estrela cuja luz — se fosse distribuída *em cada segundo quadrado de arco*, 1"(²) — daria igual iluminação ao céu (equivalente a S₁₀), corresponderia à magnitude visual aparente (*m'*), de acordo com a equação seguinte:

$2,512^{(m'-10)} = 1,296 \times 10^7$; aplicando logaritmos (base 10), obtemos

$(m'-10) \log 2,512 = \log (1,296 \times 10^7)$, ou seja, $(m'-10) \times 0,4 = 7,1126$, obtendo-se

$m' = 27,78$. Portanto, S₀ corresponde a mag 27,78 /(")²,

significando que por cada segundo quadrado de arco, no céu, se encontraria uniformemente distribuída a luz de uma estrela de visual magnitude aparente 27,78. Usualmente indica-se este resultado dizendo significado que tal brilho corresponde à magnitude 27,78 por segundo quadrado de arco (mag 27,78/(")²). Por outras palavras, a magnitude 10 por grau quadrado é equivalente à magnitude 27,78 por segundo quadrado. Um segundo de arco quadrado [(1")²] é um ângulo sólido muitíssimo pequeno (**Nota final 3**).

Dissemos anteriormente que o brilho natural do céu é, em média 220 vezes superior a este (220 S₀). Assim, cada segundo quadrado de arco deverá brilhar 220 vezes o valor que acabámos de calcular. Ou seja, o brilho *natural* do céu não poluído deverá corresponder à uma nova magnitude *m* por segundo quadrado de arco, sendo $m < m'$ porque o brilho vai ser maior, tal que

$$2,512^{(27,78 - m)} = 220$$

Seguindo uma lógica de cálculo igual à anteriormente utilizada, obtemos $m=21,9$. Concluimos assim que 220 S₀ corresponde a mag 21,9 /(")².

Será este, em média, o brilho *natural* do céu paradisíaco, no zénite, mas com alguma variação devido aos fenómenos naturais, variáveis, já referidos. Em ocasiões excepcionais, quando os factores *naturais* estão nos seus máximos, o brilho *natural* do céu pode ir até cerca de mag 21,0/(")² em situações desfavoráveis, mesmo sem poluição luminosa. No entanto, tais ocorrências são raras e os céus livres de poluição luminosa apresentam tipicamente valores superiores a mag 21,7/(")².

A poluição luminosa e a humidade atmosférica tornam o céu mais claro, e, conseqüentemente, o brilho do céu poluído apresenta um valor *menor*. Por exemplo um céu poluído, com brilho correspondente a mag 20,9 /(")² será cerca de 2,5 vezes mais brilhante do que o brilho do céu de referência ([mag 21,9/(")²] em consequência da equação de Pogson. Um céu suburbano típico mostrará cerca de mag 19,5 /(")², que é oito vezes mais brilhante. E um céu urbano apresenta mag 18,5/(")², que é 20 vezes mais brilhante do que o brilho do céu de referência.

Equação de Schaefer

A Equação de Schaefer permite obter o valor da NELM a partir da MPSAS e vice-versa (o significado das siglas NELM e MPSAS será indicado seguidamente). Esta equação foi estabelecida em 1990 pelo astrónomo norte-americano Bradley E. Schaefer.

A quantificação da poluição luminosa num dado local pode traduzir-se através de dois parâmetros complementares:

1.- a magnitude limite, (abreviadamente representada por NELM (do inglês *Naked Eye Limiting Magnitude*);

2.- a magnitude por segundo de arco quadrado (normalmente representada por MPSAS (do inglês *Magnitude Per Squared Arc Second*).

A NELM (magnitude limite) indica normalmente escuridão do céu e a transparência do ar. Está ligada a determinações que envolvem a visão humana, sujeita a variações individuais, pelo que o seu valor depende das capacidades visuais de cada pessoa. Fazendo a média entre as medições realizadas por vários observadores, no mesmo local e na mesma ocasião, pode chegar-se a um valor mais objectivo e razoavelmente "despersonalizado. No entanto, também depende da poluição luminosa do local.

A magnitude limite é um conceito que traduz o brilho das estrelas mais fracas que ainda podem ser detectadas a olho nu, próximo do zénite, em noites de céu limpo e sem Lua. É um parâmetro utilizado frequentemente como um indicador da escuridão do céu e transparência do ar, no sentido em que as áreas com poluição luminosa e com ar húmido têm geralmente magnitudes limite mais baixas do que locais remotos e de ar seco, ou com altitudes elevadas. Há diferenças significativas de local para local, de acordo com a proximidade de cidades e povoações de dimensão considerável.

Em alguns locais de Portugal, a magnitude limite (m_L) é superior a 6,3. Nos subúrbios de uma cidade como Lisboa, m_L será aproximadamente 5, o que significa que só se verão a olho nu cerca de 600 estrelas (menos de 1/4 das que se podem ver de um local sem poluição luminosa significativa). Nos arredores próximos, ter-se-á um valor de m_L próximo de 3,5 e na melhor das hipóteses podem avistar-se umas 120 estrelas. E no coração lisboeta, será normal encontrar valores de magnitude limite próximos de 2,5, o que corresponde a um céu de tonalidade parda permitindo detectar, com dificuldade, cerca de 25 estrelas a olho nu, num dado momento.

A MPSAS (magnitude por segundo de arco quadrado) é um indicador da escuridão do céu e depende principalmente da poluição luminosa, embora dependa também da transparência atmosférica no momento das medições. A sua determinação faz-se normalmente com um

medidor denominado SQM (*Sky Quality Meter*), sendo necessário colher várias medições na região zenital (ou próximas da região zenital) e determinar a sua média para chegar a um valor fiável.

Das indicações referidas conclui-se que, em geral, a um maior valor de NELM corresponde um valor mais elevado de MPSAS. Há portanto uma correspondência entre os valores de MPSAS e NEL, mas tal correspondência é aproximada, dado que o factor humano que intervém na NELM cria alguma incerteza.

a) Conversão de NELM para MPSAS

$$MPSAS = 21,58 - 5 \log_{10} \left(10^{1,586 - \frac{NELM}{5}} - 1 \right)$$

b) Conversão de MPSAS para NELM

$$NELM = 7,93 - 5 \log_{10} \left(10^{4,316 - \frac{MPSAS}{5}} + 1 \right)$$

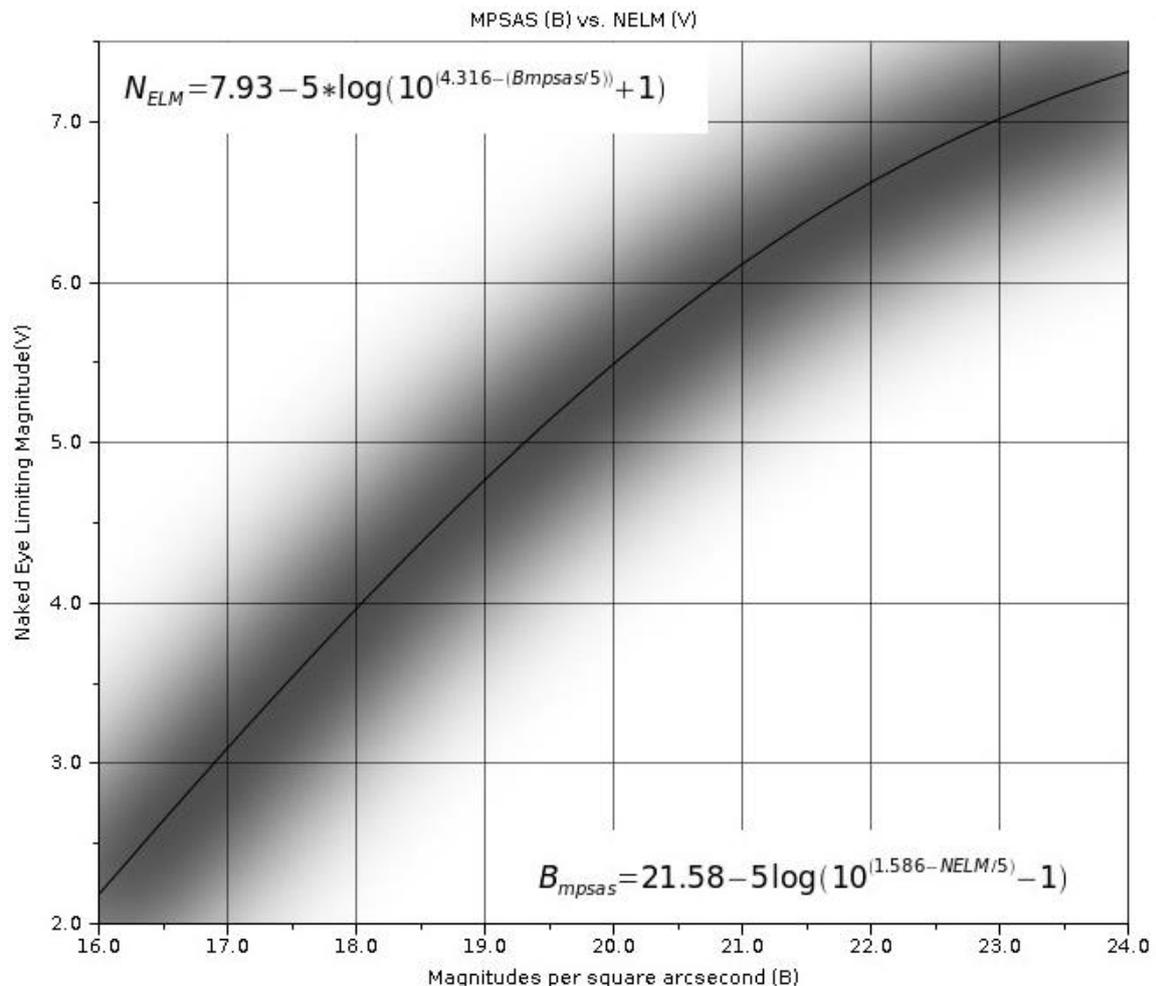


Fig. 1. Representação gráfica da NELM (no eixo vertical) *versus* MPSAS (no eixo horizontal). O traço fino marca a correspondência obtida pelas equações. A incerteza é traduzida pelo tom esbatido que envolve este traço. Créditos do gráfico (**Nota final 4**).

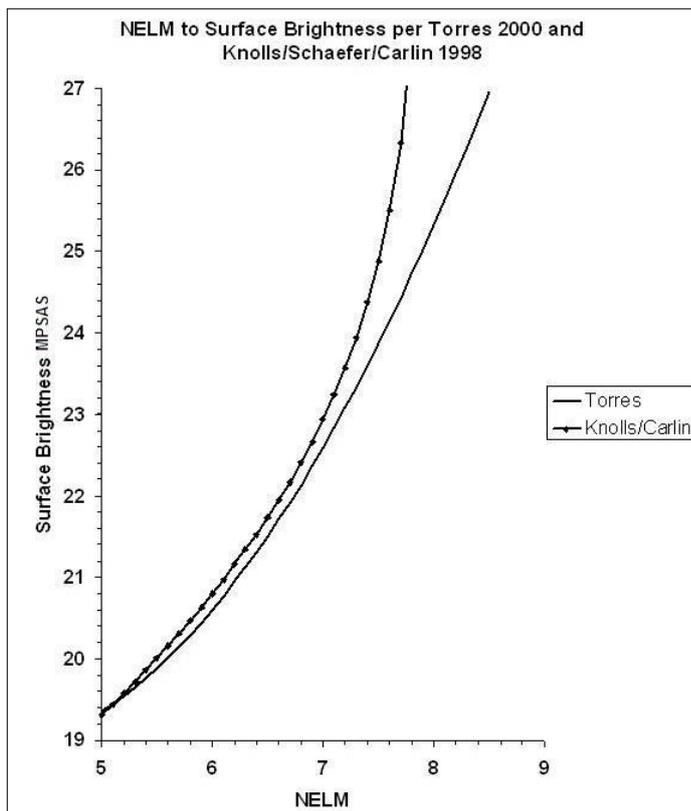


Fig. 2. Representação inversa da indicada na figura anterior. Indica-se a MPSAS (no eixo vertical) *versus* NELM (no eixo horizontal). Créditos do gráfico: Torres (2000) e Knolls/Schaefer/Carlin (1998), Cf. Nota final 5).

Os leitores que não desejem perder tempo com cálculos poderão consultar um conversor automático online, disponível no link

<http://unihedron.com/projects/darksky/NELM2BCalc.html>

NOTAS

(1) – Neste contexto, o brilho natural do céu significa o que se teria em condições absolutamente ideais, de transparência atmosférica ótima e total ausência de poluição luminosa. O fundamento dos cálculos desta seção pode ser visto numa série de artigos que publiquei na revista *Astronomia de Amadores*, números 41, 42 e 44, cuja leitura se recomenda. Sobre a determinação da NELM veja-se o n.º 51 da mesma revista.

(2) – https://en.wikipedia.org/wiki/Sky_brightness

(3) – Um ângulo de um segundo de arco é $1/3600$ de um ângulo de 1° . Um segundo quadrado de arco é $1/1,296 \times 10^7$ do grau quadrado, ou seja, $7,716 \times 10^{-8}$ do grau quadrado.

Outra forma de ver a pequenez de um ângulo de um segundo quadrado de arco consiste em referir que um ângulo sólido desta amplitude subtende, a 1 km de distância do vértice, um pequeno quadrado de apenas 4,848 mm de lado. E à distância média da Terra à Lua (384 400 km) delimitaria um quadrado com 1863, 73 m de lado. Usando a unidade de ângulo sólido do Sistema Internacional de Unidades, o *esterradiano* (símbolo sr), um segundo quadrado de arco vale $23,504 \times 10^{-12}$ sr. Um ângulo sólido esta grandeza é interpretado pelo olho nu, e até utilizando binóculos, como se fosse um ponto.

(4) – SQM-LE Operator's Manual, p. 12, Unihedron, www.unihedron.com, info@unihedron.com.

(5) – <http://fisherka.csolutionshosting.net/astronote/plan/tlmnelm/LimitMagFields.htm>

“Mémoire”

F.G. W. Struve (1793-1864)

Apresentação, tradução e notas de Halima Naimova
(Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa)

[hnaimova\(a\)fc.ul.pt](mailto:hnaimova(a)fc.ul.pt)

Breve nota histórica.

Nas relações entre o Portugal e a Rússia do século XIX sobressai a colaboração mútua entre os dois estados na ideia comum de criação da instituição científica de primeira ordem no campo de astronomia: o Real Observatório Astronómico de Lisboa. Os primeiros contactos realizaram-se através do visconde de Paiva (1819-1868), secretário da legação portuguesa de Paris, e o encarregado de negócios. No entanto, foi na altura do ministro de Portugal junto da corte russa, visconde de Moura, que efectivamente se deram os passos concretos na materialização da ideia: edificação do Observatório astronómico. Em 1857, F.G. W. Struve, o primeiro director do Observatório Imperial da Rússia em Pulkovo, apresentou um documento intitulado *Mémoire* dirigido ao visconde de Moura, embaixador de Portugal em S. Petersburgo. É esse mesmo documento que a seguir se apresenta, traduzido em português.



Friedrich Georg Wilhelm von Struve (1793-1864), num retrato de 1844. Foi Director do Observatório de Pulkovo de 1839 a 1861.

Identificação do documento.

O manuscrito -*peça* “Mémoire”, em formato de caderno, em língua francesa, da autoria de F.G.W. Struve, integra, no instrumento de descrição do fundo do Arquivo Histórico-Científico do Observatório Astronómico de Lisboa (AHC-OAL), o *processo* “Fundação do Observatório (FO)”.¹ Trata-se de um documento oficial que foi dirigido e entregue ao ministro de Portugal na corte russa, João António Lobo de Moira (1810-1868).

Escrito à mão, a data da sua elaboração é de 30/18 de Junho de 1857. As duas datas do mês de Junho indicam o uso dos calendários gregoriano e juliano ao mesmo tempo; o último durou até 1917.

O documento representa uma unidade física e intelectual inequívoca. Contém um texto de carácter monográfico e unitário de elaboração. A assinatura do autor evidencia diferença nas grafias do documento em si e a do autor. O manuscrito sem paginação apresenta uma escrita

¹ Descrição física do manuscrito:

Formato em caderno

Sem numeração

Numeração atribuída: 10 f. (2 f., 1 em branco)

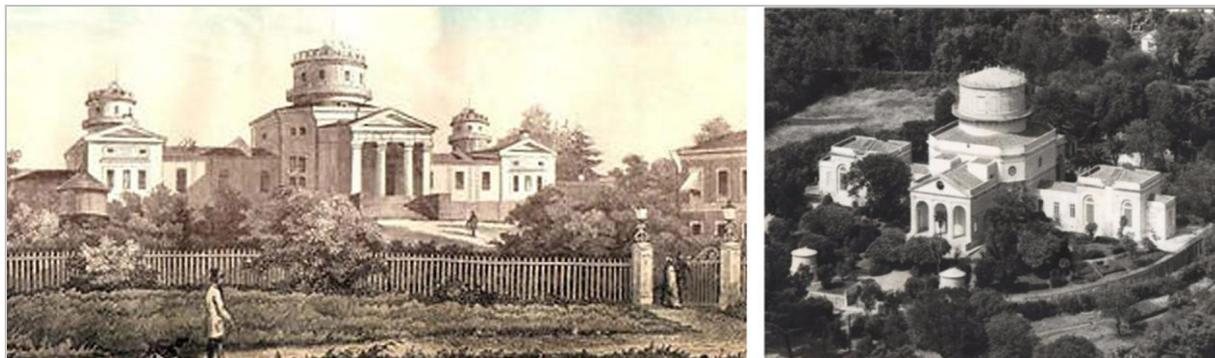
Dimensões 35 x 22 cm;

Ponto de acesso: FO 17/ Loc. 1.1.A.

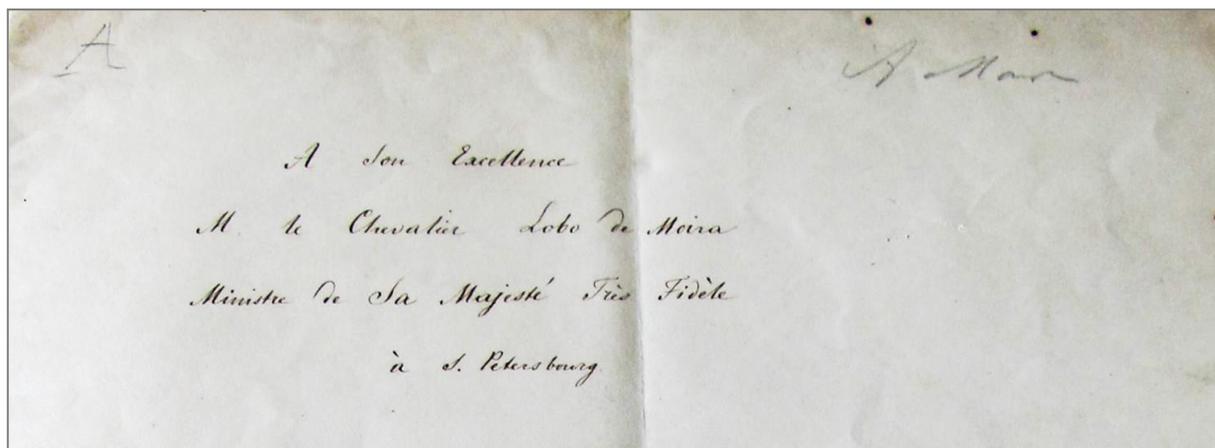
Título formal: “Actas da Comissão encarregada da organização do Real Observatório”

cuidadosa. Cada parágrafo está separado por ponto e traço. Na segunda folha [atribuída] verifica-se uma palavra riscada; na terceira, posto um separador que introduz a frase para completar a oração.

Conclui-se que o documento foi redigido à mão por um amanuense a partir do texto [rascunho?] fornecido pelo autor.



A esquerda, o observatório de Pulkova no século XIX. À direita, o Observatório Astronómico de Lisboa, numa fotografia que data (provavelmente) da década de 1950. As semelhanças são notáveis, nomeadamente o corpo principal, albergando o instrumento principal, e os dois edifícios secundários que o ladeiam.



Abertura da *Mémoire* de Struve, com a formalidade da época e a dedicatória “A Son Excellence M. le Chevalier Lobo de Moira”.

«Para a Sua Excelência o Senhor Lobo Moira,
Ministro da Sua Majestade Fidelíssima em S. Petersburgo.
Memória apresentada pelo Director do Observatório central da Rússia.

A construção decretada de um Observatório astronómico de primeira ordem pelo governo Português em Lisboa é um acontecimento que não poderá deixar de ser saudado com simpatias em todo o mundo científico. A posição geográfica de Lisboa extraordinariamente favorável para certas pesquisas, o seu bom clima e sobretudo as considerações sábias que levaram à ideia da fundação do Observatório, prometem efectivamente a este estabelecimento um futuro brilhante, seja no caminho da investigação científica, seja como ponto central e, por assim dizer, como autoridade principal de todos os trabalhos de Alta Geodesia, Geografia matemática e Navegação que se executarão no reino e nas colónias para o benefício dos diversos ramos de administração pública. A realização plena das intenções graciosas em prol da Astronomia do Vosso Augusto

Soberano, V. Exa deve ser o desejo mais sincero de todos os cultores desta ciência sublime. Cada um deles consideraria como dever sagrado para nela contribuir com o seu melhor. Para mim este dever é reforçado pela confiança lisonjeira com que o seu governo me tem honrado, encarregando-me com a responsabilidade dos principais instrumentos com que o novo Observatório será munido e pelo convite particular da Vossa Excelência para Vos expor as minhas ideias sobre as condições que sejam capazes de garantir ao Observatório uma actividade igualmente útil e honrosa.

Com este profundo sentido do dever científico que tenho a honra de Vos submeter as considerações que se seguem e serei muito feliz, se, por intercessão da Vossa Excelência, algumas delas pareçam dignas de atenção da Comissão dos sábios, encarregados pelo Rei para a construção do Observatório de Lisboa. Posso-lhe dizer que as minhas ideias são inspiradas por um amor sincero à ciência e por uma experiência de quase meio século. Consultando a história da astronomia vemos que desde a fundação em 1666 [1675] do Observatório de Greenwich, este continuamente tem contribuído eficazmente para o progresso da ciência. Sob este ponto de vista este estabelecimento não tem rival. Este resultado deve sem dúvida ser atribuído em parte aos esforços dos astrónomos ilustres: Flamsteed, Halley, Bradley, Maskelyne, Pond e o contemporâneo Sr. Airy, que o governo inglês colocou à frente do seu Observatório principal. Mesmo assim, os esforços desses heróis da nossa ciência não teriam trazido todos os frutos se não estivessem apoiados pela conjuntura desde a fundação do estabelecimento com o objectivo claramente concebido e o propósito compreensivelmente enunciado; por conseguinte, todos os esforços dos astrónomos foram dirigidos com uma perseverança admirável para perseguir os propósitos da mesma natureza. Trata-se de assunto da Astronomia do sistema solar e de preferência pelas partes que contribuem mais directamente para o desenvolvimento da navegação, e que estruturaram a finalidade dos esforços contínuos dos astrónomos de Greenwich.

Em Pulkovo temos seguido o exemplo dado pelos ingleses, e, em primeiro lugar, fixamos e enunciamos os objectivos e o plano de trabalho do Observatório, que espero que sirva de guia para os nossos sucessores no futuro. Refiro-me à Astronomia estelar e da sua aplicação à Geodesia e Geografia que pelo regulamento do nosso Observatório tinha de se tornar no objectivo principal dos trabalhos dos nossos astrónomos. As observações dos fenómenos do sistema solar fazem-se entre nós casualmente, ou seja, quando se trata de contribuir pelos nossos meios superiores para a resolução de algum problema importante em que estas observações são necessárias para completar a pesquisa do objectivo principal.

Quase todos os outros observatórios foram construídos sem que os seus fundadores tivessem uma ideia compreensível da finalidade científica que iriam perseguir ou que tivessem fixado claramente. Bem, se não estou enganado, a principal razão reside em que todas essas instituições têm prestígio temporário enquanto estiver à sua frente um indivíduo distinto. Para evitar que o Observatório de Lisboa partilhe da mesma sorte, parece-me de extrema importância que o Governo Português determine uma lei clara sobre o rumo que este estabelecimento irá seguir. É para este ponto que peço a Vossa Excelência chamar a atenção da ilustre Comissão transmitindo as seguintes ideias.

A investigação no campo de Astronomia do sistema solar não se faz apenas em Greenwich mas também em quase todos os outros observatórios do mundo. No sentido oposto, a Astronomia sidereal, este vasto campo de investigação criado pelo génio de W. Herschel, continua até o presente momento somente em Pulkouvo com a excepção de algumas pesquisas especiais feitas mais ocasionalmente em observatórios sobretudo privados.

Este não é o lugar adequado para explicar as práticas que têm prejudicado a Astronomia em geral; na minha opinião, hoje, são tomadas muitas forças pelas pesquisas exclusivamente do sistema solar, sobretudo pelas observações e cálculos a fazer dos numerosos asteróides e cometas.

O mundo científico, portanto, deve ser saudado se os astrónomos de Lisboa quiserem associar-se a nós nas pesquisas sobre a constituição do universo em toda a sua extensão. Esta é também a que parece ser a intenção do Augusto Fundador do Observatório testemunhada pela preferência pelos grandes meios instrumentais com que a instituição será dotada.

Mas ainda que o campo que abraça a astronomia sideral seja muito extenso não seria inconveniente de especificar claramente as direcções, dentro do entendimento, que devem ser seguidas em Lisboa e, por assim dizer, ditadas pela posição geográfica da cidade.

A posição [geográfica] de Lisboa extraordinariamente benéfica para a investigação das paralaxes absolutas das estrelas mais interessantes, da α da Lira, da 61^a do Cisne e da estrela de Argelander [*] que têm sido reconhecidas por todos os astrónomos e as apresentações feitas sobre este assunto pelo Sr. Faye na Academia de Paris despertaram um interesse geral.

Sem dúvida que as pesquisas semelhantes sobre muitas outras estrelas poderão se estender, com sucesso, mesmo para a Lisboa, logo que o instrumento para este fim estiver adequadamente construído e os resultados ganhariam ainda a maior relevância se as determinações das paralaxes absolutas forem combinadas com as pesquisas das paralaxes relativas, levadas a efeito com a ajuda do grande refractor.

Escolhendo com pertinência estas pesquisas espinhosas, esperemos que o Observatório de Lisboa um dia possa vir a orgulhar-se de ter dado um dos passos mais importantes no estudo do universo, fornecendo à astronomia uma escala normal para todas as distâncias do céu estrelado.

Apesar disso, esse tipo de pesquisas, algumas importantes que sejam, não podem ocupar exclusivamente toda a actividade de um grande Observatório. Por isso ousou dirigir a atenção dos estudiosos portugueses ainda para um outro campo de trabalho que bem merece ser levado com a persistência por diante tendo em conta as condições favoráveis onde se posicionará o Observatório de Lisboa e que promete os resultados de muito elevado interesse.

A natureza dos corpos celestes, habitualmente chamados de nebulosas, ainda hoje é bastante enigmática. Os dois Herschel deram-nos os excelentes catálogos sobre as nebulosas; o Lord Rosse fez desenhar algumas delas tendo observado através do seu telescópio gigante; e apesar do clima nebuloso da Irlanda conseguiu descobrir as organizações únicas, aparentemente o efeito das forças que se desconhece nada de análogo no sistema solar; recentemente, enfim, o Sr. d'Arrest tentou expandir os nossos conhecimentos sobre as nebulosas através das pesquisas muito cuidadosas sobre as posições e os movimentos próprios das nebulosas, usando os recursos limitados do Observatório de Leipzig.

Neste ramo de Astronomia é tudo o que se tem feito de importante até agora; portanto, é quase um campo virgem do qual constante cultivo não pode deixar de dar ricas colheitas.

A latitude boreal de Pulkovo e a claridade das nossas noites de verão apresentam-nos os obstáculos muito sérios para lidar com sucesso com esses objectos que exigem uma total transparência da atmosfera e as noites profundas para serem vistos em todo seu esplendor; também a parte que escolhemos para nós, o conhecimento do nosso sistema estelar, oferece-nos ainda tantos problemas por resolver que não achamos conveniente ultrapassar os seus limites, estendendo em geral as nossas actividades também sobre as nebulosas. No entanto, proporcionou-se uma ocasião especial ao meu filho, o Sr. Otto Struve para se ocupar no último inverno da grande nebulosa de Orion; as poucas vezes em que ele foi capaz de se dedicar a estas observações, as mesmas ofereceram-lhe os tais resultados inesperados que irão despertar o interesse geral dos astrónomos. É um novo caminho que se abriu para essas pesquisas que considero um feliz presságio para o seu estudo; ao mesmo tempo que Otto Struve comunicou ao mundo científico os resultados dessas observações, a vontade de um Governo esclarecido levou à fundação de um Observatório numa posição [geográfica] muito benéfica para as pesquisas deste género no

continente europeu com os meios instrumentais que estarão perfeitamente ao alcance da resolução do problema.

Estou convicto de que o estudo das nebulosas é um objecto bem digno dos esforços mais assíduos dos astrónomos de Lisboa, estudo que não poderá deixar de proporcionar os resultados brilhantes no avanço da ciência e trazer honra para a vossa pátria.

Com esta actividade puramente científica, o Observatório de Lisboa terá de combinar com os trabalhos de utilidade mais directa para o Estado. Para este ramo da sua actividade futura é impossível fixar com a antecedência um plano de trabalho porque esses trabalhos dependerão sempre das necessidades momentâneas.

Mas, em geral, parece adequado estabelecer que todo o trabalho de alta Geodesia, Astronomia náutica e Geografia matemática que se fará no Reino e nas suas colónias se encontre sob o controlo e gestão científica do Observatório como a instituição principal para esta finalidade; o Observatório irá controlar a execução dos trabalhos na base dos melhores métodos e meios adequados, fornecerá instruções para os oficiais e examinará os instrumentos destinados para estes trabalhos, participando directamente na sua execução através das pesquisas especiais ou observações correspondentes.

Nessa ocasião, recomendaria que as observações sobre o magnetismo terrestre, assunto estranho aos objectivos directos do Observatório, estejam totalmente excluídas do plano de trabalhos do Observatório de Lisboa, excepto aquelas que podem e devem ser feitas no interesse directo da navegação.

Além disso, segundo a minha opinião, as observações meteorológicas devem ser feitas neste estabelecimento em escala limitada; assim, a actividade relevante do Observatório Meteorológico do Infante Dom Luís da Escola Politécnica dispensa que se façam as observações semelhantes num outro ponto da capital.

É sobretudo tendo em conta que as observações prolongadas exigem o esforço físico e absorvem muita energia sem trazer os benefícios directos à astronomia, leva-me a fazer neste documento uma proposta sobre a introdução das restrições a esse respeito no plano de trabalhos do Observatório Astronómico.

A experiência de muitos observatórios modernos prova que onde tais observações se tornaram mais amplas, qualquer actividade propriamente astronómica tinha sido quase cessada. Tenho de mencionar aqui o exemplo dos Observatórios de Bruxelas e Munique, que dificilmente hoje podem ser contados entre as instituições astronómicas.

Ao que parece, a actividade astronómica do Observatório de Paris tem sofrido muito por se ter dedicado em grande escala às observações da física terrestre. Somente o Greenwich foi capaz de combinar os dois ramos sem causar o prejuízo respectivo.

Em Greenwich, com a ajuda do seu governo, o Sr. Airy tem separado inteiramente as observações físicas das observações astronómicas, designando o pessoal próprio para cada um dos ramos. Com efeito, em Greenwich, os dois observatórios, astronómico e magnético, são dois estabelecimentos completamente separados um do outro; embora justapostos não têm nada em comum além da liderança suprema do Astrónomo Real.

Provavelmente a Comissão responsável pela edificação do Observatório de Lisboa já tinha levantado a questão acerca de quantos membros deverá ser composto o pessoal científico do Observatório. Este é um assunto que merece uma reflexão bem cuidadosa, reflexão que terá de partir do objectivo da instituição e da sua organização.

Para obter as séries de observações sempre feitas nos mesmos princípios e de uma maneira consistente é de desejar que cada um dos grandes instrumentos fosse confiado aos cuidados de um único astrónomo.

A organização de Greenwich e dos outros observatórios, onde os diversos astrónomos observam com o mesmo instrumento por turno me parece prejudicial para a precisão das observações e exige geralmente mais pessoal; embora por outro lado tenha esta vantagem: o número das observações pode ser aumentado e os diversos indivíduos não estando empregues de forma permanente no Observatório não poderão reivindicar um salário elevado se estiverem dedicados, com todas as suas forças, exclusivamente à instituição.

Portanto, seguindo o princípio que em matéria científica a qualidade deve sempre prevalecer à quantidade, propomos que em Lisboa para cada um dos instrumentos principais seja nomeado um astrónomo permanente. Assim, terão de ser colocados neste estabelecimento pelo menos três observadores permanentes e esse número será muito pequeno se os trabalhos a executar pelo Observatório em benefício de outros ramos de administração tomarem o desenvolvimento desejado.

Em Pulkovo até o presente para os seis instrumentos principais dispomos de cinco astrónomos observadores e, embora eles sempre tenham sido apoiados pelos esforços de vários estudantes, o pessoal encontra-se em número consideravelmente baixo, sobretudo desde que o nosso Observatório se tornou no centro permanente de todo o trabalho de alta Geodesia e Geografia astronómica do império. A consequência disto foi que as numerosas observações recolhidas nos primeiros dez anos da existência do Observatório de Poulkovo, ainda aguardam a sua redução para serem usadas em benefício da ciência; nos últimos tempos as observações científicas realizaram-se numa escala muito reduzida; finalmente, todas as nossas publicações estão muito atrasadas. Para superar essas inconveniências, Sua Majestade, o Imperador, ordenou graciosamente que o pessoal científico do Pulkovo seja agora duplicado e o nosso trabalho se estenda com as forças suficientes para todos os ramos [de actividade] determinados nos objectivos fundacionais para que a utilidade do estabelecimento não venha a destruir o seu significado científico.

O seu Governo, Senhor, instruiu-me gentilmente a encomenda dos principais instrumentos destinados para o Observatório de Lisboa.

Com a autorização dos meus superiores aceito prontamente este cargo honroso e na esperança de ser capaz de cumprir os meus deveres para a satisfação do seu Governo não tardarei de me pôr à disposição do Sr. Conselheiro Folque.

Apraz-me de dizer que a escolha dos principais instrumentos parece bastante coerente com o objectivo do Observatório, tal como tenho indicado.

O grande refractor será destinado para determinações de paralaxes relativas, às pesquisas a fazer sobre a natureza das nebulosas e servirá também para as observações ocasionais sobre os fenómenos do sistema solar. O instrumento de passagens no primeiro vertical é reconhecido como um aparelho que melhor se adapta às pesquisas sobre as paralaxes absolutas das estrelas fixas e o círculo meridiano fornecerá os pontos de apoio para as observações a fazer com o grande refractor e será ao mesmo tempo o instrumento principal para a determinação exacta do tempo, determinação necessária para as observações extra meridianas a fazer com o refractor; o instrumento de passagens no primeiro vertical servirá para a verificação dos cronómetros e necessidades da Marinha.

Estando em relações próximas e presentes com os mais importantes artistas instrumentistas de todos os países, a dita missão será para mim relativamente fácil. Além disso, estou prestes embarcar numa viagem ao exterior para executar as ordens dos meus superiores; dentro de poucas

semanas terei a oportunidade de conversar com os artistas de primeira da Alemanha, França e Inglaterra sobre os melhoramentos que devem ser introduzidos nos instrumentos em encomenda, melhoramentos indicados por um estudo cuidadoso e o uso contínuo durante dezoito anos dos instrumentos similares de Poulkovo.

Tanto quanto posso julgar agora, parece-me mais conveniente a encomendar: (1) o grande refractor da casa do Sr. Merz, sucessor de Utzschneider e de Fraunhofer, em Munique; (2) o círculo meridiano da oficina dos irmãos Repsold de Hamburgo; hoje, estes artistas ilustres quase não têm rivais no campo da alta mecânica, (3) o instrumento de passagens no primeiro vertical da mesma oficina dos Srs. Repsold ou da oficina do Sr. Brauer, mecânico do Observatório de Pulkovo, homem muito habilidoso e neste caso dirigirei pessoalmente a execução deste instrumento.

Expondo as minhas ideias aqui sobre a encomenda dos instrumentos não as vejo ainda como tomadas por definitivas; não será antes de eu visitar os vários estabelecimentos ópticos e mecânicos dos países estrangeiros, sobretudo depois de estudar o estabelecimento de óptica do Sr. Steinheil em Munique; os progressos alcançados na óptica em Paris sob a direcção do Sr. Foucault; as qualidades do grande círculo meridiano construído há sete anos de acordo com as indicações do Sr. Airy para o Observatório de Greenwich; somente depois fixarei definitivamente as minhas opiniões sobre este ponto. Pela mesma razão, hoje, indicarei apenas aproximadamente os preços dos instrumentos tendo em conta o facto de que os instrumentos de Poulkovo, vinte anos atrás, tinham estas referências, ou seja 100 mil francos para o grande telescópio, 15 000 francos para o instrumento de passagens no primeiro vertical e 25 000 francos para o círculo meridiano, sem contar o custo da montagem sobre os pilares e o transporte.

Para alcançar os seus objectivos em todos os aspectos, o Observatório de Lisboa deverá ainda estar munido, ao lado dos principais instrumentos, com uma colecção seleccionada de instrumentos portáteis. Estes instrumentos destinam-se directamente para o uso nos trabalhos de Geografia, Geodesia e Navegação assim como para o ensino dos indivíduos responsáveis por estes trabalhos. Para não perturbar a marcha contínua dos trabalhos científicos do Observatório não se deve fazer exercícios usando os grandes instrumentos. o que seria ao mesmo tempo perigoso para os mesmos. Além disso, é recomendável que os exercícios se façam com os instrumentos análogos em dimensões e construção, aqueles que terão de ser usados no respectivo trabalho.

A encomenda dos instrumentos portáteis seria melhor fazê-la na Alemanha; não há dúvida de que para os instrumentos de Geodesia a encomenda terá de ser feita nas oficinas dos irmãos Repsold em Hamburgo e do Sr. Ertel em Munique; e os instrumentos de reflexão nas oficinas dos Srs. Pistor e Martins em Berlim que superam todas as oficinas inglesas ou francesas.

Quanto aos relógios e cronómetros seria aconselhável entrar em contacto com o Sr. Dent ou o Sr. Frodsham de Londres ou com o Sr. Tiede em Berlim, que ocupam o primeiro lugar entre os artistas relojoeiros e se distinguem ao mesmo tempo pelos preços moderados dos seus artefactos. Gostaria de chamar a atenção da Comissão responsável pela edificação do Observatório de Lisboa ainda para os dois pontos que me parecem de grande importância a saber: 1) a escolha do local para o Observatório, 2) a preparação prévia dos astrónomos, futuros observadores, para as suas responsabilidades.

Quanto ao primeiro ponto, o objectivo científico exige que o Observatório tenha uma vista desimpedida e que na sua proximidade imediata não haja ruas ou pavimentos frequentados, nem os estabelecimentos industriais com fornos a fumar e etc; por outro lado, a finalidade utilitária exige que o Observatório não esteja muito distante do porto ou da administração da capital ou das principais instituições de instrução com as quais deve manter relações assíduas. Ao que parece, em geral, os vários governos têm atribuído demasiada importância a esta última condição e os

astrónomos de Paris, Berlim, Viena, Altona e de alguns outros Observatórios muitas vezes sentiram as consequências nefastas para as suas actividades científicas.

No entanto em todos os casos em que as queixas se levantaram a este respeito poderia haver uma maneira de evitar este inconveniente reunindo as condições opostas, por assim dizer, a médio prazo. Portanto, espera-se que também em Lisboa seja possível encontrar um local que concilie com vantagem as duas posições opostas sem que uma sofra demasiadamente de outra.

A topografia de Lisboa e dos seus arredores são completamente desconhecidos para mim, por isso não me atrevo a fazer qualquer proposta directa neste documento e apenas em traços gerais posso sugerir o que me parece muito vantajoso se o Observatório de Lisboa fosse erguido fora da capital, talvez numa colina, a uma distância de 3 a 4 léguas do centro da cidade, usufruindo ao mesmo tempo de um ambiente tranquilo e uma vista desimpedida no horizonte e que a comunicação com a capital não se torne muito inconveniente.

A escolha de um terreno elevado, adequado para a localização do Observatório é sobretudo recomendado pela condição de fornecer um horizonte livre em todas as direcções; os edifícios astronómicos não devem estar elevados muito acima do solo circundante para não afectar a instalação sólida dos instrumentos. Nesta ocasião é necessário adicionar a seguinte observação. O edifício do Observatório em si, na parte em que se eleva acima do solo, deve ser usado para abrigar os instrumentos das intempéries do clima, da chuva e do vento etc., assim como dos efeitos dos raios solares.

Seria mais vantajoso fazer todas as observações ao ar livre; portanto, as salas de observação devem servir de caixas para guardar os instrumentos, estes construídos de tal modo que toleram facilmente e, sem mais perda de tempo, um perfeito equilíbrio da temperatura no interior das salas e ao ar livre. As falhas no equilíbrio das temperaturas produzem as correntes de ar através dos alçapões, afectando negativamente a nitidez das imagens, condição indispensável para a precisão das observações. Recomendo, portanto, revestir em madeira as paredes das salas de observação, como fizemos em Pulkovo, é um arranjo que ao mesmo tempo contribui eficazmente para a conservação dos instrumentos, diminuindo a humidade durante a precipitação.

Pode crer Vossa Excelência, que ainda hoje, após o uso contínuo dos instrumentos durante uma década em noites [de observação] num ambiente onde as condições meteorológicas são muito deploráveis, os nossos instrumentos em Pulkovo se encontram no estado de conservação tão perfeito como se estivessem acabados de sair das oficinas dos artistas. Também reconheço sem hesitação que a vigilância por parte dos nossos astrónomos e do nosso mecânico, bem como a localização do Observatório no campo fora das exalações perniciosas da capital contribuem para este resultado positivo.

Pode ser que a Comissão encarregada da edificação do Observatório de Lisboa considere por bem tomar como modelo, mesmo em detalhe, as certas partes da construção do nosso Observatório. Nesta conjectura promissora, peço Vossa Excelência que ofereça em meu nome à Comissão ilustre uma cópia da *Description de l'Observatoire de Pulkovo* que publiquei em 1845. Esta publicação, penso, tem em si muitas indicações cujo conhecimento poderá ser útil para os fins da Comissão. Ao mesmo tempo constato que a diferença do clima não permitirá que se cumpram estritamente todos os aspectos segundo as regras que aqui seguimos. Assim, por exemplo, o verdadeiro luxo dos nossos edifícios, um luxo necessário, encontra-se no subsolo. Os alicerces em alvenaria sólida seja dos próprios instrumentos ou das abóbadas circundantes tinham de ser feitos a uma profundidade de mais de vinte pés, chegando às camadas do terreno para que não gelassem nos nossos invernos muito rigorosos.

Em Lisboa, onde a temperatura excepcionalmente atinge o ponto de congelação de acordo com as observações feitas em 1854-1856 pelo Observatório Meteorológico do Infante D. Luís, poderá

se limitar, se o solo o permitir, pelas fundações de poucos pés de profundidade que farão a construção do Observatório muito menos dispendiosa do que ocorreu connosco. No que diz respeito aos fundamentos do Observatório trata-se apenas dar uma colocação sólida e adequada e os abrigar contra os pequenos tremeliques da superfície do solo que ocorrerão ocasionalmente na sua vizinhança pela passagem dos carros ou pelos movimentos dos próprios astrónomos, etc.

Quanto à preparação prévia dos astrónomos de Lisboa para as suas responsabilidades futuras entende-se que as minhas observações poderão somente incidir sobre a primeira equipe do Observatório porque mais tarde a própria instituição servirá de berçário para a formação do seu próprio pessoal científico.

No entanto, no presente momento, onde não existe ainda uma escola superior para a Astronomia prática em Portugal, parece-me desejável que os estudiosos, chamados pela primeira vez para preencher os cargos de observadores, passem a estudar a Astronomia prática no exterior. Para se tornar um astrónomo praticante completo não basta ter feito o curso de astronomia numa universidade ou instituição de ensino superior, dever-se-á ainda estudar os diversos procedimentos dos observadores mais renomados; será necessário aprender a aplicação do conhecimento teórico adquirido e comparar os métodos e os instrumentos empregues nos diferentes países e conhecer a organização dos melhores observatórios. Será mesmo útil em visitar os ateliês dos artistas eminentes a fim de penetrar melhor no espírito da construção dos instrumentos e saber tratá-los correctamente.

Assim, parece-me bem, ao recomendar que o futuro director do Observatório de Lisboa, antes de entrar em funções, visite, tanto quanto possível, os observatórios renomados da Europa e que pelo menos um ou dois dos seus futuros ajudantes se dediquem ao estudo prolongado numa destas instituições estrangeiras.

Embora possa parecer um pouco pretensioso não hesitarei em dizer que para se aperfeiçoar em astronomia prática o Observatório de Pulkovo será preferível a todos os outros observatórios devido aos seus ricos meios instrumentais, ao rigor dos nossos métodos de observação e à organização própria do nosso trabalho. Além disso, os astrónomos portugueses beneficiarão com o facto de que Pulkovo, pela analogia dos seus instrumentos com que serão encomendados para a Lisboa, oferecer-lhes-á um interesse particular. Aqui estes instrumentos têm sido estudados e encontram-se em uso constante durante os dezoito anos; temos a certeza de que somos capazes de fornecer melhor as indicações para o seu uso e que mais tarde serão de grande utilidade na sua aplicação.

Por estas razões, gostaria de propor ao Governo português que queira aceitar o envio para o Pulkovo um ou outro dos futuros astrónomos observadores de Lisboa para se iniciarem em todas as minudências da astronomia prática e da sua aplicação à Geografia e Geodesia, aplicação que se fez no nosso país em escala enorme, em conformidade com a vasta superfície do Império Russo. Estou convicto de que todos os astrónomos de Pulkovo comigo contribuirão de boa vontade para que a estadia dos astrónomos portugueses connosco seja tão útil quanto possível para a sua actividade futura.

Ao fazer esta proposta não tive a intenção de dizer que os seus estudos não possam também se estender para os outros observatórios. Pelo contrário, parece-me muito desejável que os astrónomos de Lisboa, depois de adquirir em Pulkovo uma base sólida em estudos práticos, continuem também noutros lugares, sobretudo em Bona sob a direcção do Sr. Argelander ou através da participação temporária nos trabalhos de outros observatórios.

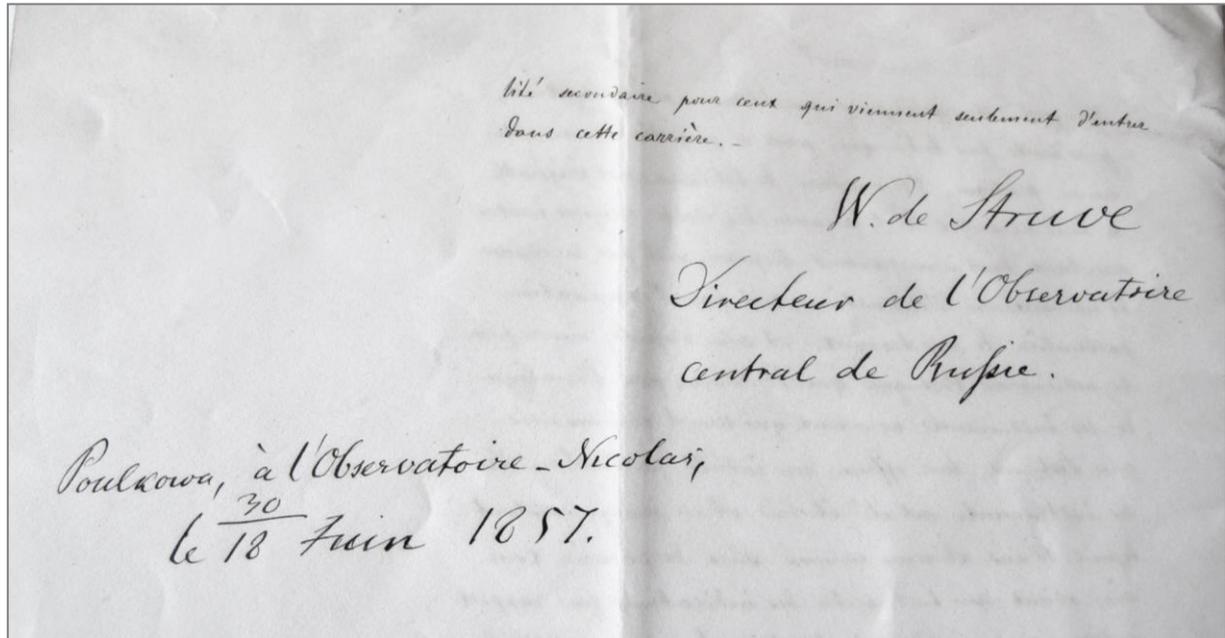
Igualmente, depois de completar os seus estudos em Pulkovo, seria recomendável visitar os observatórios de Paris e Greenwich para comparar as disposições específicas e a organização dos seus trabalhos. Essas duas instituições poderão ser, não tenho dúvidas, de grande utilidade para os

astrónomos familiarizados com todos os aspectos da astronomia prática, mas pela sua organização o benefício que iria resultar será insignificante para aqueles que vêm apenas ingressar nesta carreira.

W. de Struve

Director do Observatório central da Rússia.

Poukovo, Observatório de Nicolai, 30/18 junho de 1857.»²



A parte final da *Mémoire*, onde se pode ver a assinatura de F. W. Struve e a forma peculiar de indicar a data do documento.

Bibliografia.

Azevedo, Domingos de, Grande Dicionario Contemporaneo Francês-Português. 1 Ed. Lisboa: Parceria António Maria Pereira, 1887.

Uma curta biografia de Friedrich G. W. Struve (em inglês) pode ser consultada em http://www.muuseum.ut.ee/vvebook/pages/4_3.html (Referência do Editor).

[*] A primeira estrela a que Struve se refere é Vega (α Lyrae); a segunda estrela é a 61 Cygni; a terceira é um nome alternativo, usado no século XIX, para designar a estrela Groombridge 1830. Esta estrela, localizada na constelação *Ursa Major*, destacava-se pelo seu movimento próprio anormalmente elevado, descoberto em 1842 pelo astrónomo alemão Friedrich Wilhelm Argelander (1799-1875). O objectivo das medições de paralaxe era a determinação das distâncias a que as estrelas se encontravam da Terra. Como tais distâncias eram então obviamente desconhecidas, Struve sugeriu que as estrelas com maiores movimentos próprios estariam mais próximas, apresentando paralaxes maiores e mais fáceis de medir, pelo que seriam as melhores candidatas para as medições de paralaxe. Mais informação em https://en.wikipedia.org/wiki/Groombridge_1830 e https://en.wikipedia.org/wiki/Friedrich_Wilhelm_Argelander [Nota do Editor].

² Observatório Astronómico de Nicolai, mais conhecido como Pulkovo.

ENCKE'S MINIMA AND ENCKE'S DIVISION IN SATURN'S A-RING

Pedro Ré

<http://astrosurf.com/re>

When viewed with the aid of a good quality telescope Saturn is undoubtedly one of the most spectacular objects in the sky. Many amateur astronomers (including the author) say that their first observation of Saturn turned them on to astronomy.

Saturn's rings are easily visible with a good 60 mm refractor at 50x. The 3D appearance of this planet is what makes it so interesting. Details in the rings can be seen during moments of good seeing. The Cassini division (between ring A and B) is easily visible with moderate apertures. The Encke minima and Encke division are more difficult to observe and require large apertures and telescopes of excellent optical quality.

These two features can be observed in Saturn's A-Ring. The Encke minima consists of a broad, low contrast feature located about halfway out in the middle of the A-Ring. The Encke division is a narrow, high contrast feature located near the outer edge of the A-Ring. Unlike the Encke minima, the Encke division is an actual division of the ring (Figure 1).

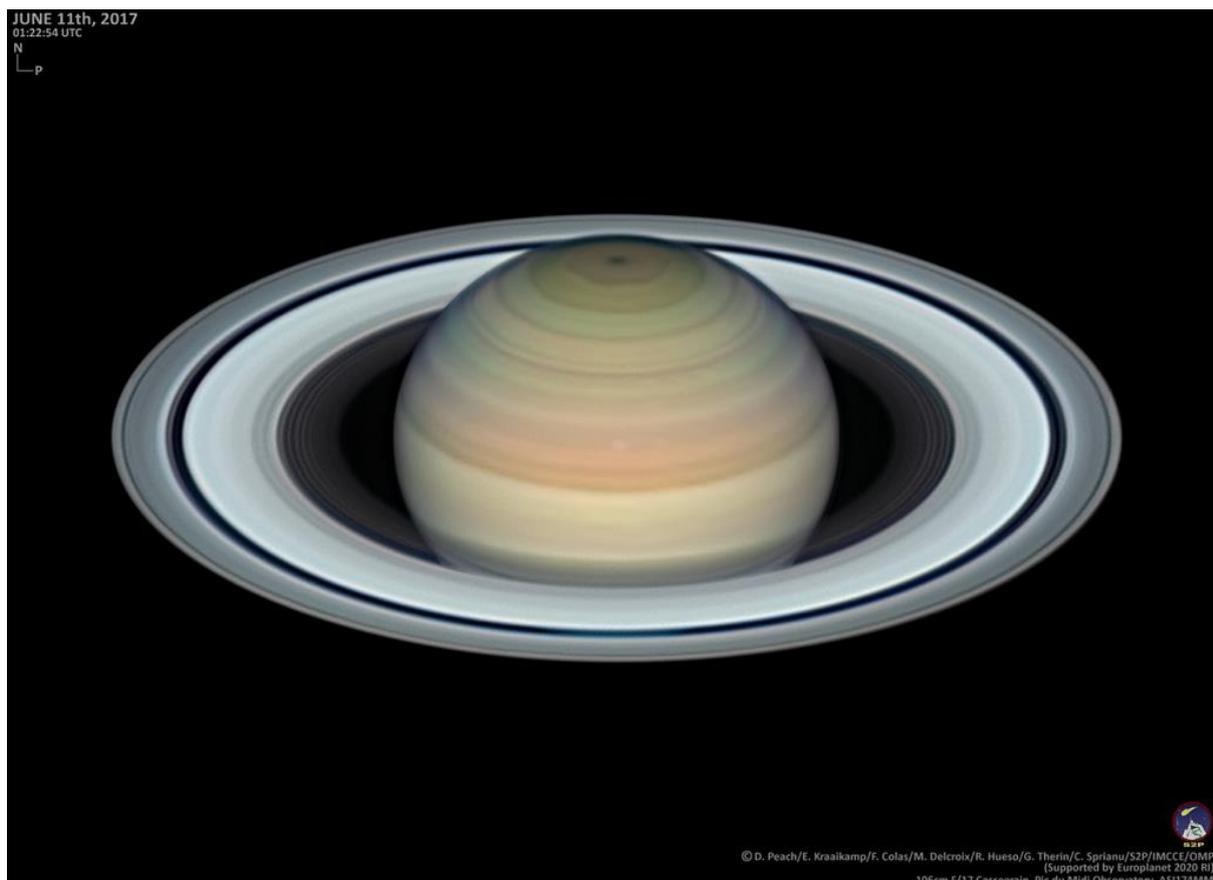


Figure 1- Saturn near Opposition on June 11, 2017. D. Peach, E. Kraaikamp, F. Colas, M. Delcroix, R. Hueso, G. Thérin, C. Sprianu, S2P, IMCCE, OMP. The Encke division is visible around the entire outer A ring. Astronomy Picture of the Day (20170617) <https://apod.nasa.gov/apod/ap170617.html>

Galileo Galilei observed the disk Saturn for the first time using one of his largest refractors. With a magnification of only 32x, this first observation was made in July 1610 when the ring was only narrowly open (Figure 2). Galilei announced his discovery to Belisario Vinta (counsellor and secretary of state to the Grand Duke of Tuscany) in a confidential letter (July 30, 1610):

I have discovered a most extraordinary marvel, which I want to make known to Their Highnesses and to Your Lordship, but I want it kept secret until it is published in the work which I am going to have printed. But I wanted to announce it to Their Most Serene Highnesses so that, if someone else should discover it, they would know that no one observed it before I did. Yet I believe that no one will see it before I inform him. The fact is that the planet Saturn is not one alone, but is composed of three, which almost touch one another and never move nor change with respect to one another. They are arranged in a line parallel to the zodiac, and the middle one is about three times the size of the lateral ones (...)

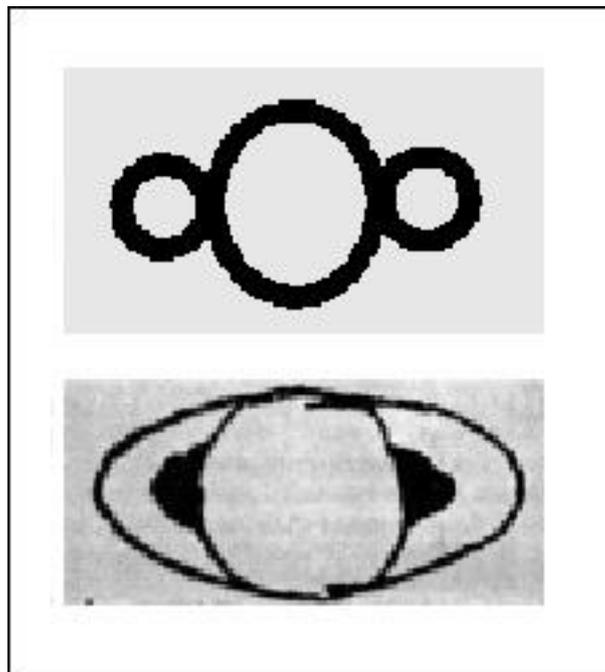


Figure 2- Galileo's drawings of Saturn, 1610 (top) 1916 (bottom)

The Dutch mathematician and scientist Christiaan Huygens proposed for the first time that Saturn was surrounded by a solid ring in 1655: *a thin, flat ring, nowhere touching, and inclined to the ecliptic* (Figure 3). Huygens also discovered Titan, the brightest Saturn's moon.

A few years later, in 1675, Jean Dominique Cassini, an Italian-French astronomer, discovered a narrow gap in the ring system that has since been known as "Cassini division" (Figure 4).

Cassini described this gap in 1676:

(...) the breadth of the ring was divided into two parts (dividebatur bifarium) by a dark line, apparently elliptical but in reality circular, as if into two concentric rings, the inner of which was brighter than the outer one. This aspect I saw immediately after Saturn's emersion from the Sun's rays and through the whole year till immersion...

J.D. Cassini used a 35-foot long telescope and a smaller 20-foot telescope for these first observations.

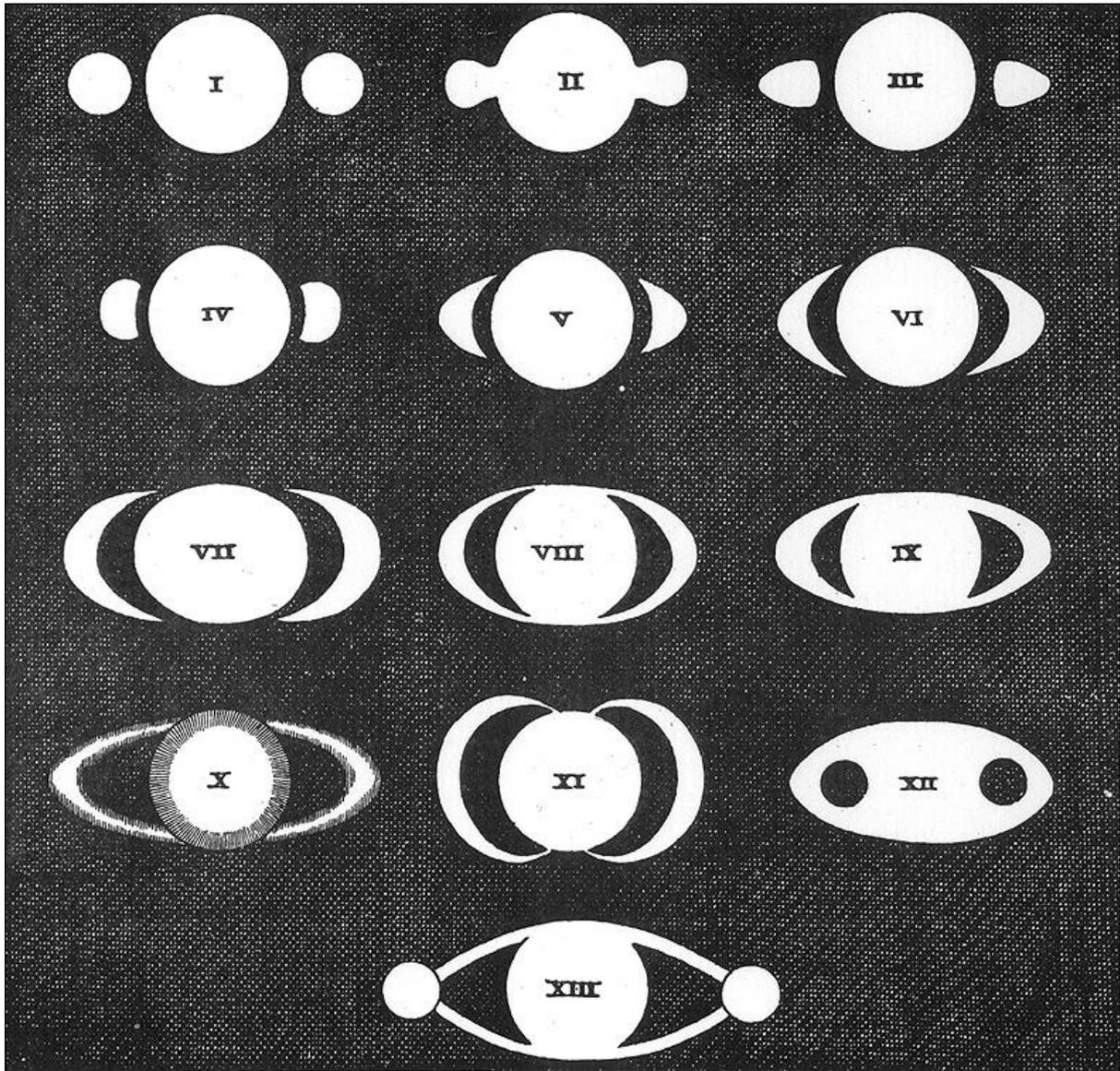


Figure 3- Early drawings of Saturn (from *Systema Saturnium*, 1659 by C. Huygens): I Galileo (1610); II Scheiner (1614); III Riccioli (1641 or 1643); IV-VII Hevel (theoretical forms); VIII. IX Riccioli (1648-50); X Divini (1646-48); XI Fontana (1636); XII Biancani (1616), Gassendi (1638-39); XIII Fontana *et al.*(1644-45).

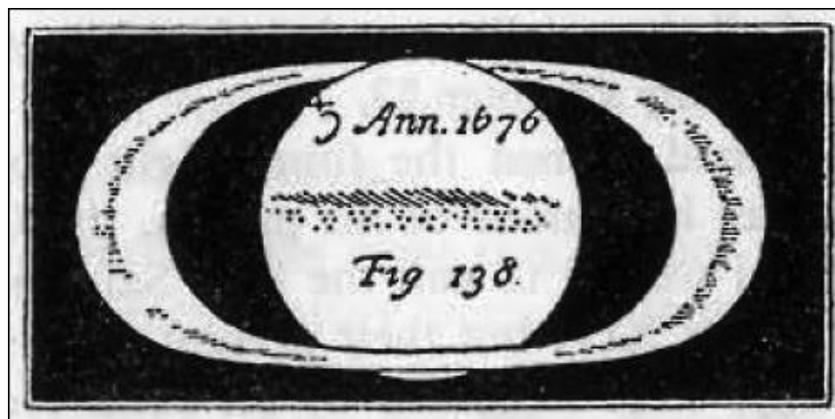


Figure 4- J.D. Cassini sketch of Saturn in 1676 showing the Cassini division in the rings, the first published drawing of the division.

In 1825 Henry Kater, an English amateur astronomer observed three divisions extremely close to each other dividing Ring A into equal parts (Figure 5).

I fancied that I saw the outer ring separated by numerous dark divisions, extremely close, one stronger than the rest dividing the ring about equally... I have little doubt that which has been considered as the outermost ring of Saturn consists of several rings (...) The inner ring decidedly has no such appearance.

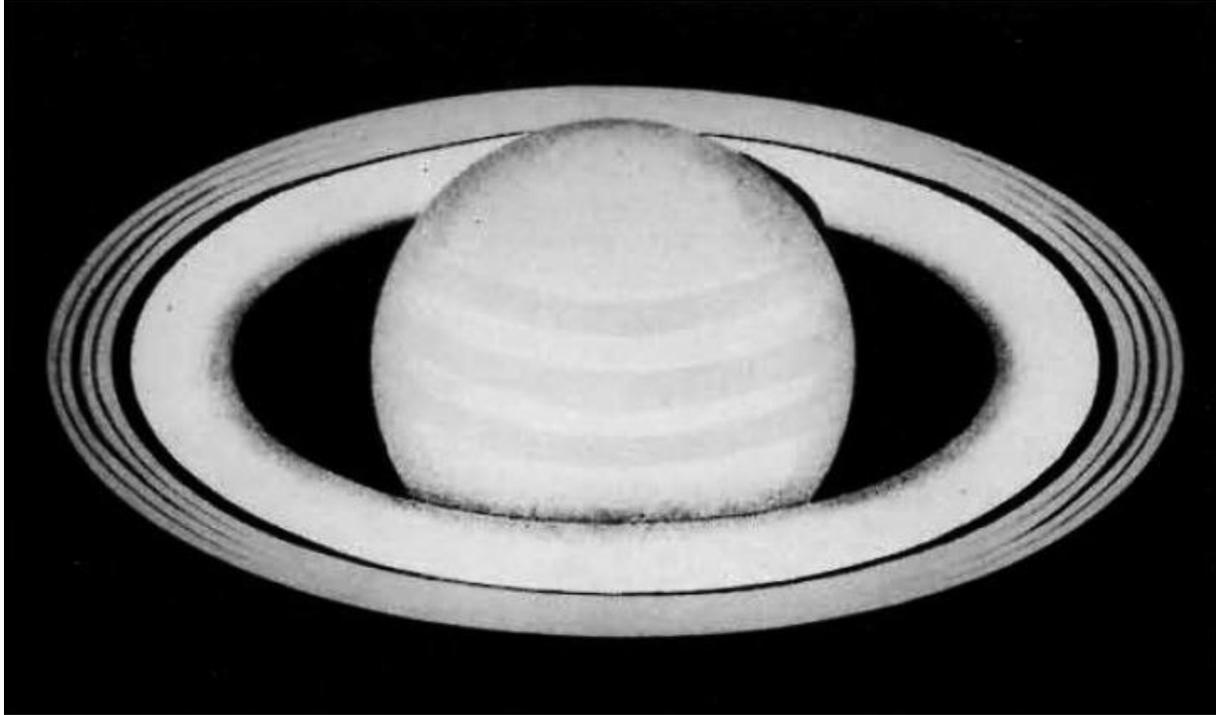


Figure 5- H. Krater drawing of Saturn (December 17, 1825) with a 6 ¼-inch refractor, showing minor “divisions” on the A ring.

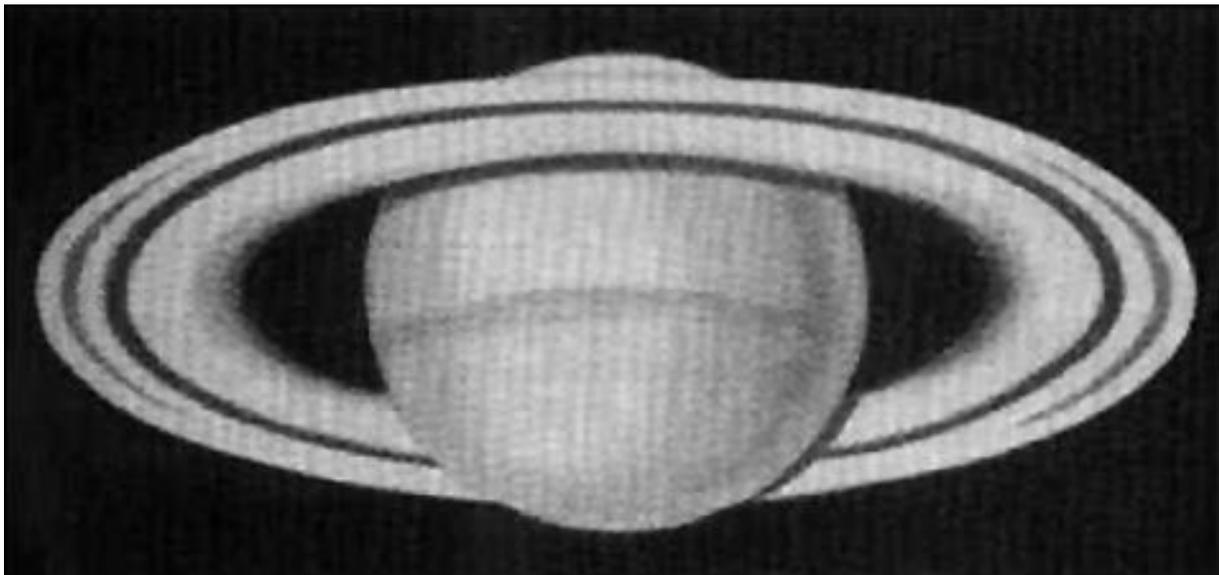


Figure 6- Johann Franz Encke drawing of Saturn in May of 1837, showing the broad, low-contrast feature in the middle of the A ring (Encke minima).

Krater could not see any divisions in the A ring in January 1826 and wrote: *I am, therefore, the more persuaded that they are not permanent.*

Adolphe Quetelet, director of the Brussels observatory using a 250 mm refractor thought that he had seen ring A divided into two rings in 1823. In 1826 John Herschel and Wilhelm Struve could not see any subdivision in the rings, though observing with larger aperture telescopes.

In 1837 Johann Franz Encke, director of the Berlin observatory, using a 246 mm refractor observed a dark “minimum” of intensity on the northern face of ring A and obtained micrometre measures of its position (Figure 6).

William Lassell and William Dawes (1843) observed the Encke minima with a 9-inch refractor and another division near the edge of ring A (Figure 7). Dawes described these observations:

Having obtained a fine adjustment of the focus, I presently perceived the outer ring to be divided into two. This coincided with the impression Mr. Lassell had previously received (...) With 400x the secondary division was perceptible during occasional best views of the planet. occasionally, for several seconds together, I had by far the finest view of Saturn that I was ever favoured with. The outline of the planet was very hard and sharply defined with power 450x and the primary (Cassini's) division very black and steadily seen all round the southern side. When this was most satisfactorily observed, a dark line was pretty obvious on the outer ring. I was not only perfectly satisfied of its existence, but had time during the best views carefully to estimate its breadth, in comparison with that of the division ordinarily seen (...) It is certainly rather outside the middle of the outer ring, and is broadest at the major axis, being in this respect precisely similar to the primary division. It was equally visible at both ends of the ring.

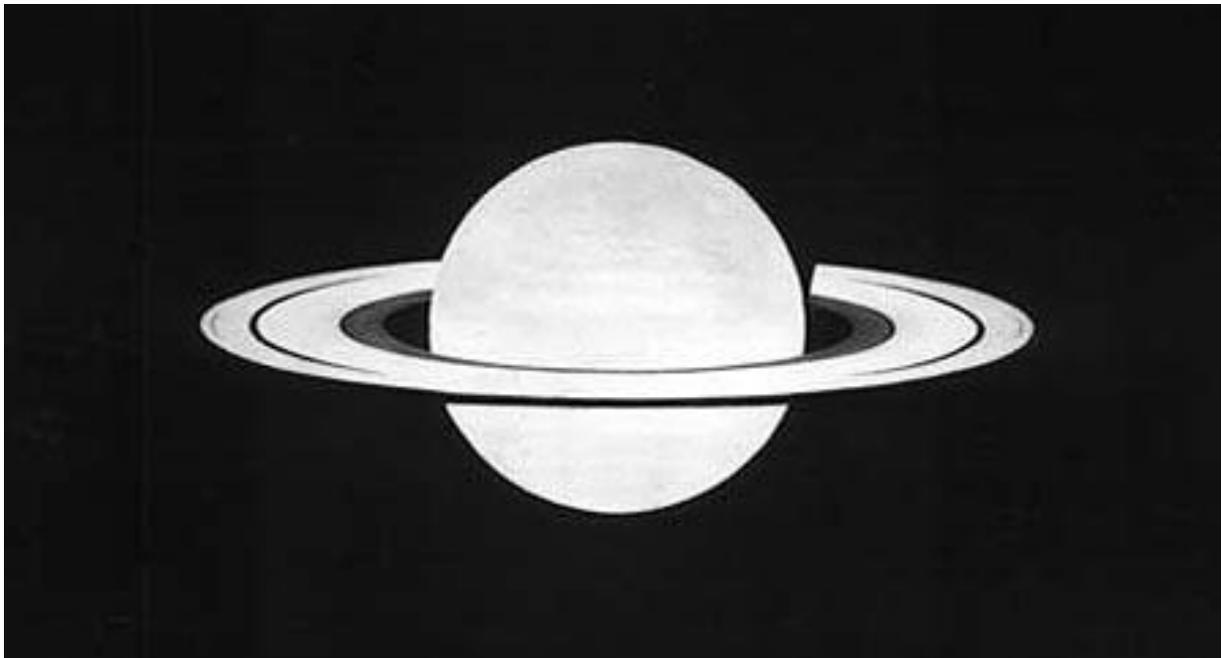


Figure 7- Dawes' drawing of the Encke division (1850)

Phillip Sidney Coolidge an American amateur using a 380mm refractor saw “three of four lines or divisions” on ring A (1854/1855) (Figure 8).

There is certainly one division in the outer half of ring A, and I cannot be positive that there is not a second one. If so, it is outside of the first division." On December 27th using a magnification of 401x he noted *"There are two (and at times I suspect three) divisions in ring A."*

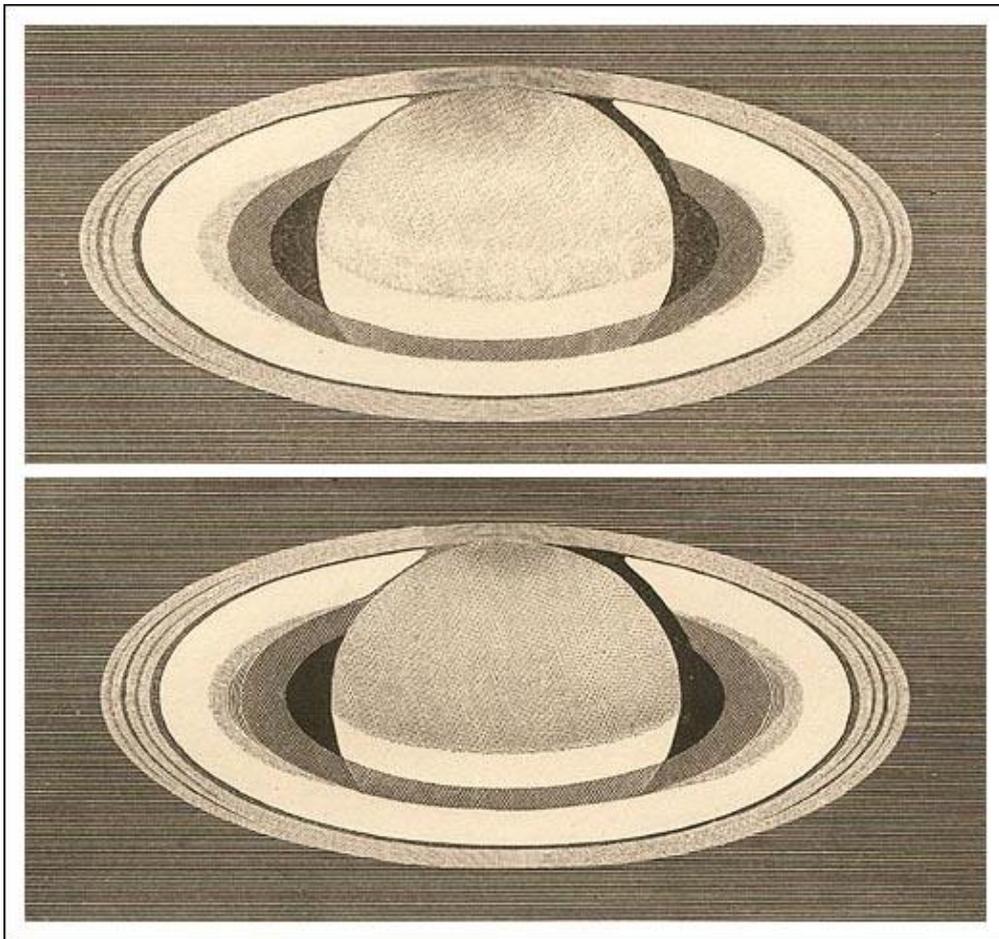


Figure 8- Coolidge drawings of Saturn in December 27, 1854 (top) and January 9, 1855 (bottom) using a Merz & Mahler 15-inch F/16 refractor.

In 1888 (January 7th), James Keeler using the 910 mm Lick Observatory refractor observed the Encke division and the Encke minima clearly.

(...) beyond doubt the greatest telescopic spectacle ever beheld by man. The giant planet, with its wonderful rings, its belts, its satellites, shone with a splendor and distinctness never before equalled. Not only was he shining with the brilliancy due to the great size of the objective, but the minutest detail of his surface were visible with wonderful distinctness.

Keeler saw a thin black division (*a mere spider's thread*) close to the edge of the A-Ring, a little less than 1/5 of the ring from its outer edge. Keeler's drawing of Saturn shows these two features (Figure 9).

The Encke division was observed again on March 2, 1889 with the same instrument at 1000x. Edward E. Barnard joined Keeler at the eyepiece and they noticed a diffuse shading which began at about 1/3 of the ring width starting from the edge, precisely in the position estimated by Dawes and Lassell during an observation made in 1843: it was probably the Encke minimum, still not separated by the division. But by switching from 400 to 1000x they saw the narrow line discovered by Keeler the year before to form just the outer edge of the Encke minimum:

“This line marked the beginning of a dark shade which extended inward, diminishing in intensity, nearly to the great black division”.

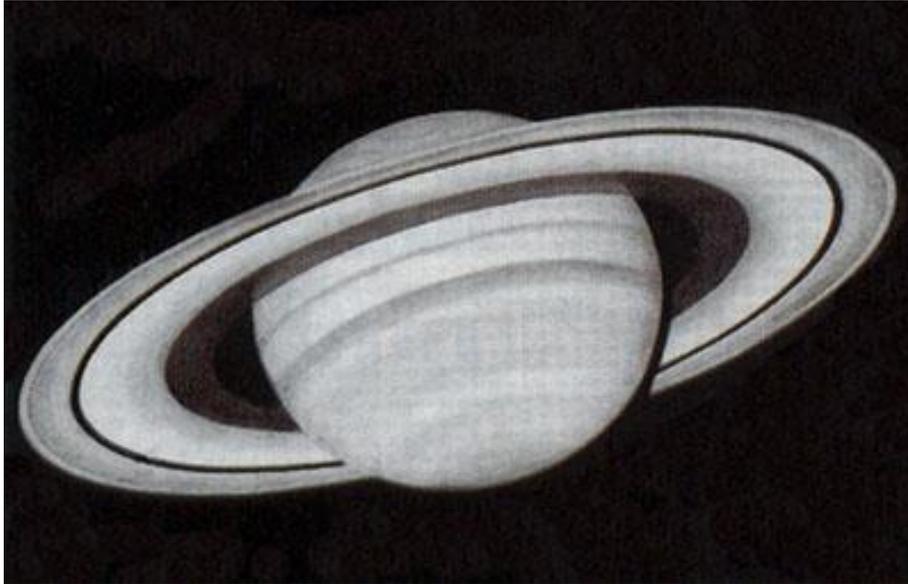


Figure 9- Drawing by James Keeler made in January 1888 using the Lick 36" refractor showing the high contrast feature at the edge of the A-Ring that is now called the Encke division on the northern face of Saturn's A-Ring.

Giovanni Schiaparelli, director of Brera observatory in Milan (Italy) used the 490mm Merz-Repsold refractor at 830x in March 1890. The Keeler “line” was clearly observed at 1/6 of the ring width starting from the edge. He also noted that: *the shadow [minimum] of Encke is contiguous [to the division] and ends in it.*

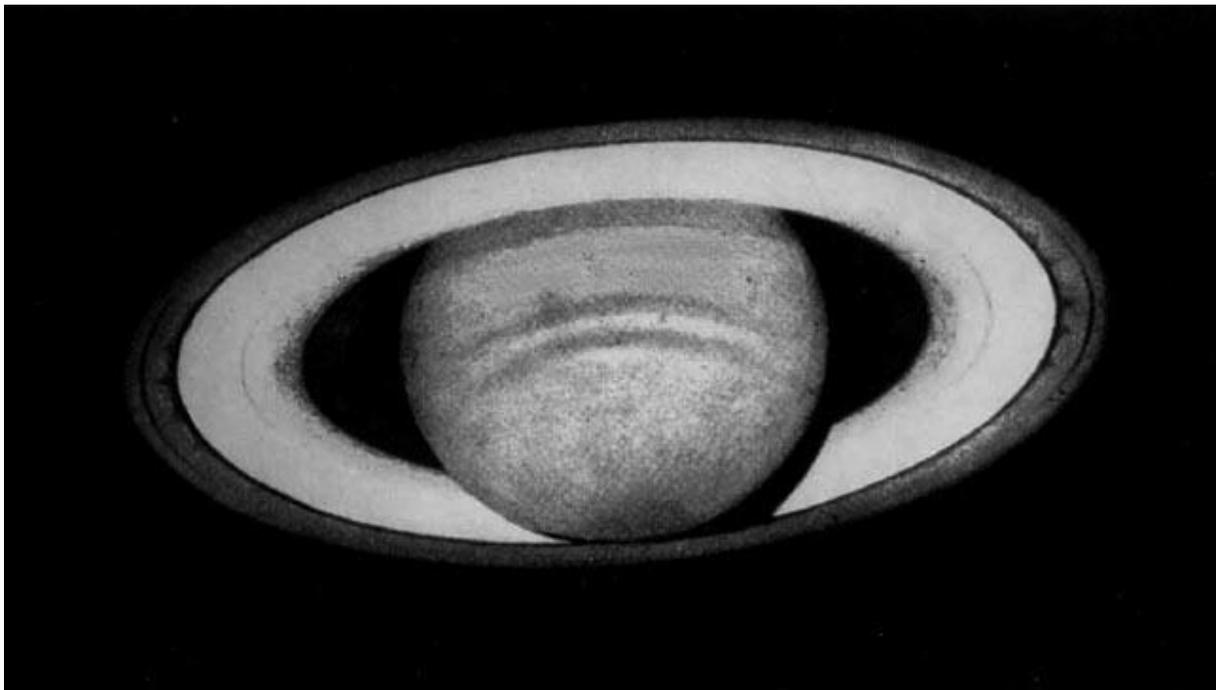


Figure 10- E.M. Antoniadi's drawing of Saturn (10 ¼-inch refractor at Juvisy observatory) on July 30 1899, showing Encke's division (ring A) and a faint linear marking on Ring B.

Camille Flammarion report on Saturn rings in 1899 refers that the Encke division was only seen on July 30, the best night of the observing season (Figure 10):

it was perfectly visible on both ansae. An easier feature of ring A was a series of dusky indentations emerging from the Cassini division. The outer edge of A was in no wise sharply defined, but seemed to shade off rather gently into space. Cassini's division could be traced easily all round the ring, even under very poor seeing; it was dark grey, not black, and seemed tangential to Saturn's north limb.

Bernard Lyot observed Saturn during from 1943 to 1945 with the 600 mm refractor at Pic du Midi. Audouin Dollfus made a photometric profile of the rings using several photographs (1950/1960) (Figures 11 and 12).

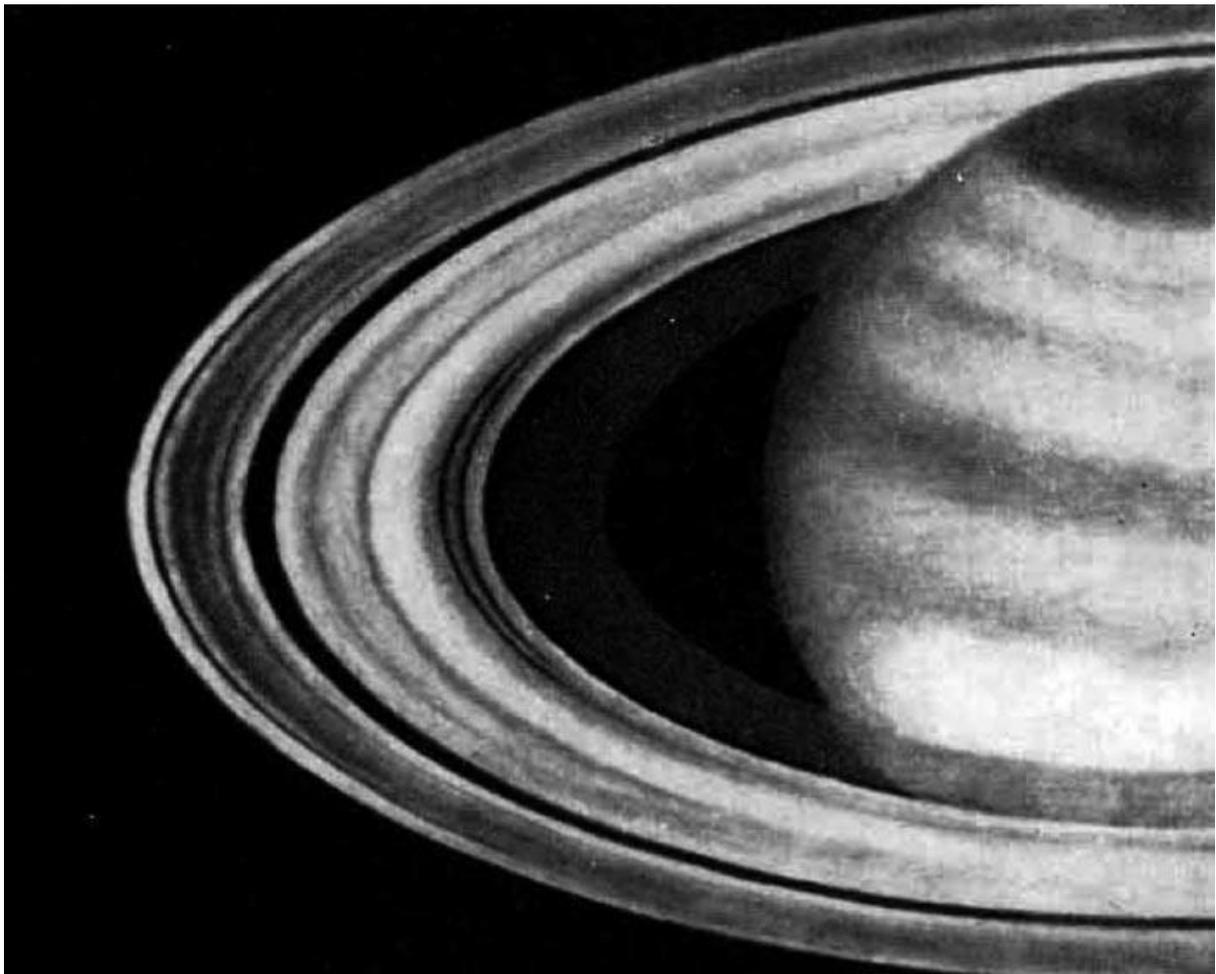


Figure 11- Lyot's diagram of Saturn's belts and markings (600 mm Pic du Midi refractor, 1943).

Dollfus' profile (Figure 12) shows most of the features that can be observed using large aperture telescopes: the Encke division the Encke minima and several markings on Ring B.

Dollfus in 1957 using the 82-inch McDonald reflector (stopped down to 25-inches) was able to make a careful study of the minima of light on the northern face of Saturn's rings. He found almost the same results as in Lyot's drawing of the southern face. There were no gaps except Cassini's division, but several minima of light, or narrow shadings of low contrast, in excellent agreement with Lyot's observations.

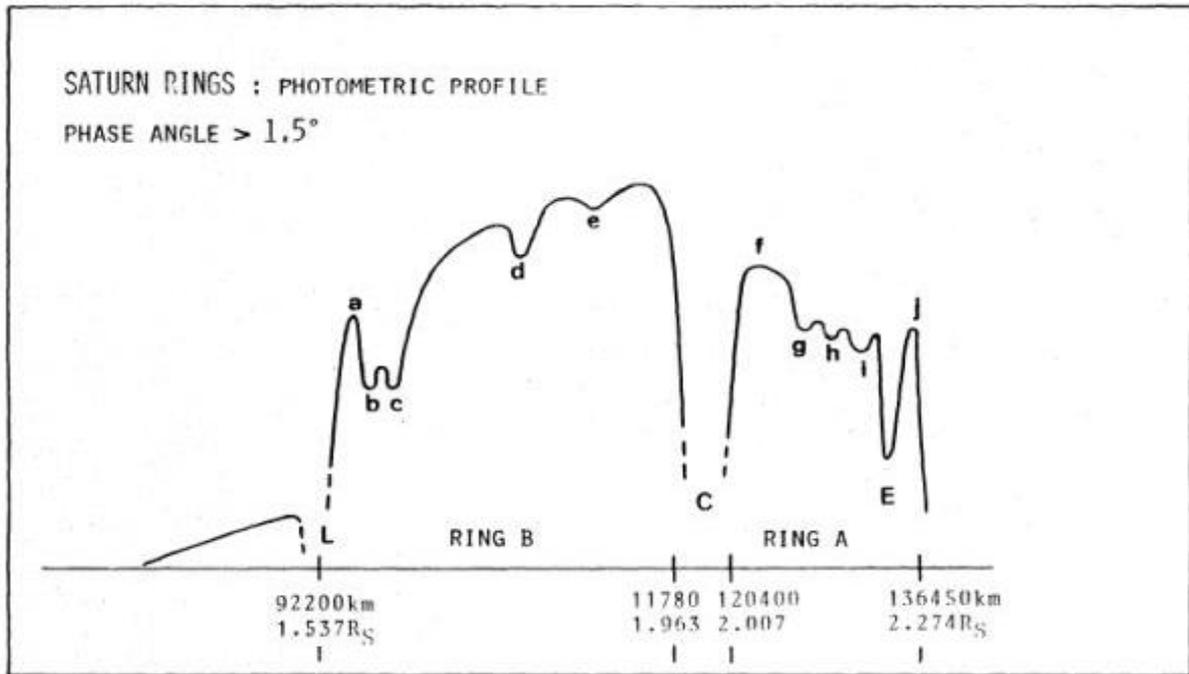


Figure 12- Photometric diagram of the northern face of Saturn's rings based on observations at the McDonald and Pic-du-Midi Observatories, 1957 and 1958 (A. Dollfus).

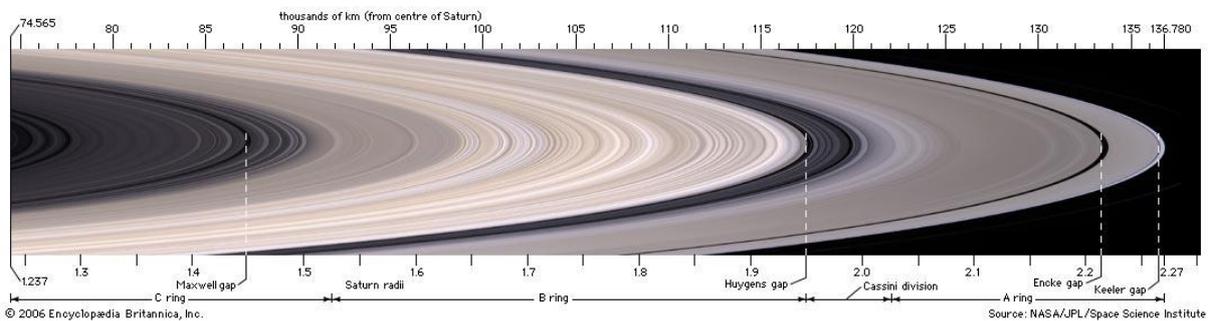


Figure 13- Details of Saturn's three main rings, in a natural-colour composite of six images obtained by the Cassini spacecraft on December 12, 2004. The view is from below the ring plane, with the rings tilted at an angle of about 4° <https://www.britannica.com/topic/Keeler-gap>

Many amateur astronomers produce excellent images of Saturn rings using the lucky imaging technique. The recent advent of CCD cameras that can be operated in a video mode, taking 100 or more images per second for periods of up to a few minutes, can be used with excellent results for high-resolution imaging. Image processing software can then be used to stack and align the best frames to produce a low noise high-resolution image. Individual frames of the video are analysed and the sharpest frames selected using dedicated software. These good frames (less affected by the seeing) are stacked together to produce a high-resolution image in the form of a single still picture. The composite images have less noise, higher contrast and better resolution than a single exposure.

The remarkably sharp image of Saturn obtained with the 1-meter telescope at Pic du Midi (Figure 1) is the best image obtained so far with ground based instruments. This image was obtained on June 11, 2017, 5 days before Saturn's opposition. In this image, North is at the top with the giant planet's north polar storm and curious hexagon clearly seen bathed in sunlight. Saturn's spectacular ring system is also shown in stunning detail. The narrow Encke division is visible around the entire outer A

ring, small ringlets can be traced within the fainter inner C ring, and Saturn's southern hemisphere can be glimpsed through the wider Cassini division. Near opposition Saturn's rings also appear exceptionally bright, known as the opposition surge or Seeliger Effect. Directly illuminated from Earth's perspective, the ring's icy particles cast no shadows and strongly backscatter sunlight creating the dramatic increase in brightness. Still, the best views of the ringed planet are currently from the Saturn-orbiting Cassini spacecraft. Diving close, Cassini's Grand Finale orbit number 9 is in progress. The Hubble Space telescope also produced excellent Saturn images (Figures 14, 15 and 16).



Figure 14- Saturn on November 1999. Hubble Space Telescope. <https://www.spacetelescope.org>



Figure 15- Natural Saturn on the Cassini Cruise. Image processed by the Hubble Heritage project team <http://heritage.stsci.edu/>

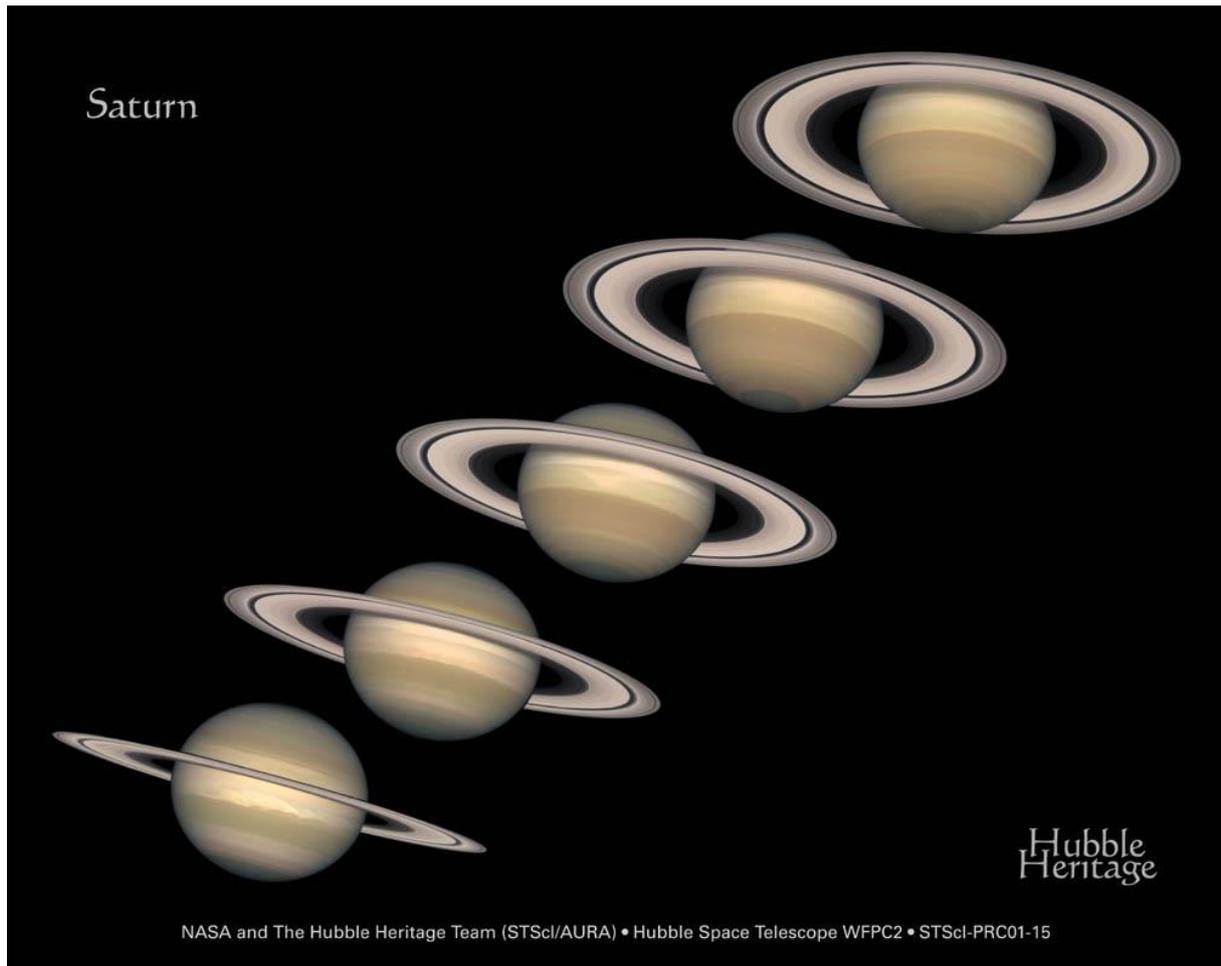


Figure 16- Images of Saturn, NASA and the Hubble Heritage Team.

Sources:

- Alexander, A.F.O'D. (1962). The planet Saturn: a history of observation, theory, and discovery. Macmillan, New York.
- The Rings of Saturn. <https://caps.gsfc.nasa.gov/simpson/kingswood/rings/>
- The Encke Minima and Encke Division in Saturn's A-Ring. <http://ejamison.net/encke.html>
- The discovery of Encke division in Saturn's A Ring. <http://www.astrotest.it/historical-notes/the-discovery-of-encke-division-in-saturns-a-ring/>

Leia e divulgue a revista *Astronomia de Amadores*,
disponível online em

<http://apaaweb.com/v2013/index.php/revista>

Associe-se à Associação Portuguesa de Astrónomos Amadores (APAA)

<http://apaaweb.com/v2013/>

Facebook: <https://www.facebook.com/APAAweb>



