



APAA

Associação
Portuguesa
de Astrónomos
Amadores

ASTRONOMIA de Amadores

N.º 53 Julho/Dezembro 2017



A LUA, A NOSSA COMPANHEIRA HÁ MAIS DE 4000 MILHOES DE ANOS
António Galopim de Carvalho

O PRIMEIRO ANO DO OBSERVATÓRIO DO LAGO ALQUEVA – OLA | Nelson Nunes

A CANÍCULA E O CALOR: UM PASSADO COM HISTÓRIA E ASTRONOMIA | Guilherme de Almeida

O SÃO MARTINHO E O EQUINÓCIO DA PRIMAVERA | Nelson Nunes

PORQUE NÃO VEMOS ESTRELAS VERDES? | Guilherme de Almeida

OBSERVAÇÃO DO TRÂNSITO SOLAR DA ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL (20170408)
Pedro Ré, Paulo Sérgio Pereira, Carlos Neves e Carlos Tenente



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 53) — Julho/Dezembro — ano 2017

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 Galopim de Carvalho, Carlos Neves, Carlos Tenente, Guilherme de Almeida, Nelson Nunes, Paulo Sérgio Pereira 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

A LUA, A NOSSA COMPANHEIRA HÁ MAIS DE 4000 MILHÕES DE ANOS.....	5
António Galopim de Carvalho	
O PRIMEIRO ANO DO OBSERVATÓRIO DO LAGO ALQUEVA – OLA	15
Nelson Nunes	
A CANÍCULA E O CALOR: UM PASSADO COM HISTÓRIA E ASTRONOMIA.....	21
Guilherme de Almeida	
O SÃO MARTINHO E O EQUINÓCIO DA PRIMAVERA	27
Nelson Nunes	
PORQUE NÃO VEMOS ESTRELAS VERDES?	29
Guilherme de Almeida	
OBSERVAÇÃO DO TRÂNSITO SOLAR DA ESTAÇÃO ESPACIAL INTERNACIONAL (20170408).....	37
Pedro Ré, Paulo Sérgio Pereira, Carlos Neves e Carlos Tenente	



Fotografia da Capa

MOON (20170211). LUNT152 F/6, Baader H-alpha 35nm filter, PGR GRASSHOPPER 3 GS3-U3-41C6M. Pedro Ré (2017)

A LUA, A NOSSA COMPANHEIRA HÁ MAIS DE 4000 MILHÕES DE ANOS

António Galopim de Carvalho

(Prof. catedrático aposentado da Faculdade de Ciências de Lisboa)

Luna para os romanos, evocando a deusa da sua própria mitologia, o nosso satélite natural, tem ainda o nome de *Selene*, em alusão à correspondente divindade na mitologia grega e, é por isso que os adjectivos lunar e selenita querem dizer a mesma coisa e que o estudo da Lua deve ser referido por Selenologia.

Apesar de o albedo lunar (a relação entre a quantidade luz que reflecte de modo difuso e a que recebe do Sol) ser excepcionalmente baixo, o que lhe confere uma reflectância ligeiramente superior à do asfalto das rodovias, a Lua é o astro mais luminoso do céu, a seguir ao Sol. Por via da sua força gravitacional, as marés na Terra são uma realidade de todos conhecida.

Quando está perto do horizonte, a Lua parece maior do que quando mais alta no céu⁽¹⁾. Esta ilusão, que também se verifica com o Sol e com as constelações de estrelas, já era reconhecida na Antiguidade. Não tem tido explicação unânime.

A cerca de 380 000 km de distância, a Lua necessita de 27,3 dias para dar uma volta à Terra. E fá-lo a uma velocidade na ordem de 3600 km/h, ou seja, de cerca de 1 km/s. Durante essa volta, mantém sempre a mesma face virada para a Terra. Há, no entanto, um balanceio, conhecido por libração (do latim *librare*, que significa "balançar") que permite, a um observador na Terra, ver mais de 50% da sua superfície, ou seja, mais do que meio hemisfério⁽²⁾.



Exemplificação da libração lunar. Comparando as três imagens pode ver-se que os acidentes selenográficos próximos do bordo do disco lunar mudam ligeiramente as suas posições em relação a esse bordo. Fotografia de Pedro Ré, com imagens de 16 de Setembro, 15 de Outubro e 14 de Novembro de 2016. Fonte: www.astrosurf.com/re.

Ao completar uma órbita, o nosso satélite descreve também uma rotação em torno do seu eixo. Diz-se, então, que a Lua se encontra em rotação sincronizada com a translação. É como se atássemos o pipo de uma bola à ponta de um cordel, pegássemos depois na outra ponta e a fizéssemos girar à nossa volta.



Em cima, a Lua fotografada no perigeu (2009) e no apogeu (2011). Takahashi FS128mm F/8.1, Canon 350D, Median Sum 10 images. Processed with Maxim DL/CCD and Photoshop. Fotografias de Pedro Ré.

À esquerda, uma composição de metades das duas imagens anteriores, para comparação das dimensões aparentes relativas da Lua vista da Terra. Fotografias de Pedro Ré (2011).

www.astrosurf.com/re

A distribuição das massas rochosas no interior da Lua não é homogênea. O seu centro de gravidade está afastado do centro geométrico, cerca de 2 km no sentido da face visível e é por isso que mantém sempre a mesma face voltada para a Terra.

O nosso satélite tem um diâmetro no equador de 3474,8 km, cerca de um quarto do da Terra, uma massa equivalente a 1/81 da desta e uma densidade de 3,34, o que equivale a 60% da do nosso planeta que, é bom lembrar, é de 5,51. Em virtude da sua relativamente pequena massa, os corpos na Lua pesam apenas 16,6% do que na Terra. Um atleta de salto em altura ultrapassaria ali, facilmente, uma fasquia colocada a 6 ou 7 metros de altura.

Como na Terra, o nosso satélite tem uma crosta, um manto e um núcleo essencialmente de ferro, com cerca de 340 km de raio. Os selenologistas admitem que esta unidade central comporta um núcleo interno sólido e um núcleo externo no estado de fusão. Segue-se-lhe, segundo eles, o manto, desenvolvido a partir da solidificação de um muito provável oceano de magma global, pouco tempo depois da sua individualização como protoplaneta, há cerca de 4,5 mil milhões de anos. Na sua maior parte rochoso, mas parcialmente em fusão na zona mais profunda, o manto lunar deverá ser muito semelhante ao da Terra com rochas do tipo dos peridotitos, mas mais rico em ferro.

Última a individualizar-se, a crosta lunar, com uma espessura média de 50 km, ter-se-á formado há cerca de 4200 Ma ⁽³⁾, a partir das plagioclases que cristalizaram e permaneceram à superfície desse oceano de magma, gerando rochas descritas como anortositos. Desta mesma crosta fazem parte os basaltos dos derrames que, mais tarde, emergiram à superfície, resultantes da fusão parcial do manto, confirmando a composição deste.

A pequena massa do nosso satélite e, portanto, a sua diminuta gravidade não lhe permitiu conservar os gases que, certamente e à semelhança da Terra, resultaram da sua diferenciação. Assim, praticamente, pode dizer-se que a Lua não tem atmosfera. À sua superfície o vácuo é quase absoluto, com vestígios ínfimos de átomos de sódio, potássio, hidrogénio, hélio, néon e árgon, com origem na desgaseificação e na libertação de átomos do solo lunar provocada pelo bombardeamento de iões do vento solar.

Entende-se por vento solar a emissão contínua de partículas carregadas (electrões e protões) e outras, provenientes da coroa solar, sendo a cauda dos cometas um exemplo da sua existência.

A observação pormenorizada da topografia e das rochas trazidas da superfície lunar, num total de 708 kg (382 kg pelas missões americanas *Apollo* e 326 kg pelas missões russas *Luna*), conduziram à convicção de que o nosso satélite oferece uma imagem da superfície terrestre nos tempos da sua primeira crosta, desde então e até ao presente modificada por intensas actividades tectónica e erosiva. Com efeito, a maior parte da superfície lunar conserva um visual muito próximo do que tinha nos primórdios da sua existência. Tal acontece, por um lado, porque a relativamente pouca actividade interna da Lua esteve praticamente limitada a vulcanismo sob a forma de vastos e antiquíssimos derrames de lava, bem desenvolvidos na face visível e escassos na face oculta, e, por outro lado, porque, desde sempre desprovida de atmosfera, tal como a concebemos na Terra, ficou ao abrigo das formas de erosão nossas conhecidas. Tendo em conta, que o seu campo magnético é muitíssimo fraco, a superfície da Lua está apenas exposta ao já referido vento solar, cujos efeitos na paisagem são imperceptíveis.

Na verdade o nosso satélite tem uma atmosfera particularmente ténue, feita de partículas de poeira que se levantam e voltam a cair para o solo.

Segundo me informou o Prof. Paulo Crawford, astrofísico, a que recorri para me esclarecer desta e de outras dúvidas, alguns modelos, propostos já há algum tempo, no lado luminoso da Lua, as radiações de luz ultravioleta ou de raios-X oriundas do Sol são suficientemente energéticas para arrancar electrões aos átomos e moléculas do solo lunar. Como consequência, as partículas de poeira da ordem de um micrón (0,001 mm)⁽⁴⁾ ficam carregadas positivamente e são repelidas da superfície, elevando-se a muitos metros de altura, podendo as mais leves atingir mais de 1 km de altura. As partículas voltam a cair para o solo, e o fenómeno repete-se, originando uma "atmosfera de poeira" à superfície da Lua. Todavia crê-se que, mesmo assim, a célebre pegada deixada pelo astronauta Neil Armstrong, em 1969, no rególito (solo) lunar vai durar muitos milhões de anos, a menos que um meteorito a destrua.

Mesmo a olho nu, distinguimos na face visível da Lua dois tipos principais de terreno:

- "mares" (do latim *maria*), designação antiga dada às extensas áreas planas, rebaixadas e relativamente escuras, representando 16%, da sua superfície;
- "terras" (do latim *terrae*), designação igualmente antiga, alusivos às terras-altas e relativamente claras, ocupando os restantes 84%;

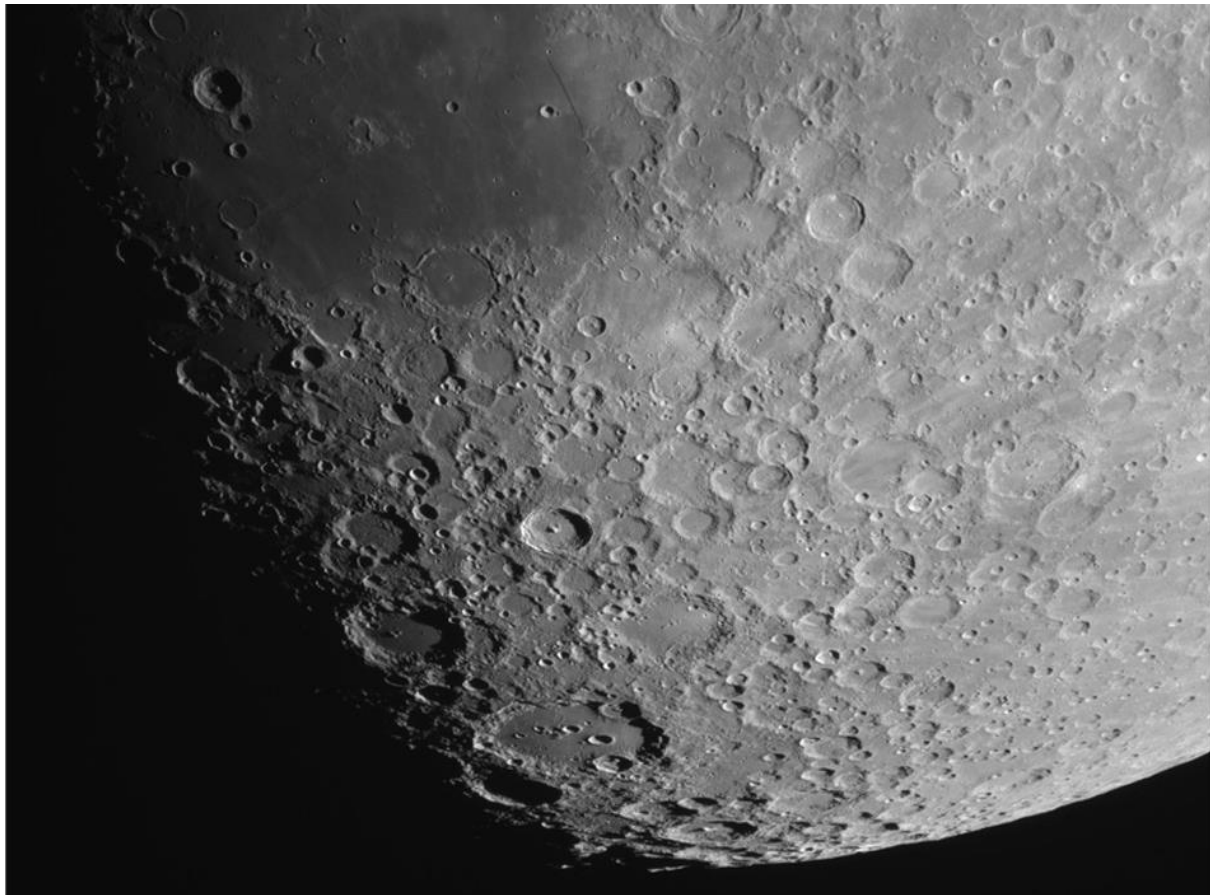


Exemplo de mares lunares (*Maria*), neste caso o *Mare Imbrium* (Mar das Chuvas), ocupando quase toda a metade esquerda de imagem. Fotografia de Pedro Ré (2017). MOON (20170107). LUNT152 F/6, X2.5 Powermate, Baader H-alpha 35nm filter, PGR GRASSHOPPER 3 GS3-U3-28S5M

Os “mares”, correspondem às áreas mais escuras da face visível de Lua, reflectindo apenas cerca de 6% a 7% da luz solar que os ilumina.

No passado julgou-se serem mares como os da Terra, só mais tarde se sabendo que resultaram do preenchimento de enormes bacias, correspondentes a crateras de impacto, por espessa e imensas escoadas basaltos semelhantes aos terrestres, mas mais ricos em ferro. A maior parte destes basaltos surgiu há cerca de 3000 a 3500 milhões de anos, embora se tenham identificado alguns com 4200 milhões de anos, e outros, os mais recentes conhecidos, com apenas 1200 milhões de anos. Desse tempo e na periferia dos “mares” ocorrem vulcões em escudo e outros relevos vulcânicos, referidos por domos lunares.

Uma das principais características dos “mares” é a das acentuadas anomalias positivas da gravidade, associadas aos basaltos que preenchem as ditas enormes bacias abertas por megaimpactos. Dada a maior densidade do basalto estas anomalias correspondem a grandes concentração de massa, conhecidas pela sigla “*mascons*” (“mass concentration”).



Exemplo de terras altas (*terrae*), junto ao pólo sul lunar. Podem ver-se numerosas crateras de impacto. Fotografia de Pedro Ré (2917). MOON (20170107). LUNT152 F/6, X2.5 Powermate, Baader H-alpha 35nm filter, PGR GRASSHOPPER 3 GS3-U3-28S5M.

Francamente dominantes na face oculta, as “terras”, assim referidos em oposição aos “mares”, mais claras do que estes, reflectem 18% da luz que recebem do Sol. De relevo mais irregular e elevado, com uma altitude média cerca de 2 km superior à face visível, estão densamente feridas por milhares de crateras de impacto meteorítico. Do ponto de vista

“geológico” (melhor seria dizer selenológico), as “terras” são essencialmente formadas por anortosito, rocha granular, por vezes muito grosseira, caracterizada pela predominância de plagioclases cálcicas, como labradorite e bytownite, cujas idades rondam os 4400 e 4450 milhões de anos.

A superfície lunar está, praticamente, toda coberta por rególito, uma mistura de materiais soltos ejectados, ou *ejecta*, de granularidade variável, desde pó muito fino a fragmentos rochosos de grande dimensões, produzidos por impactos meteoríticos das mais variadas magnitudes, de mistura com esférulas vitrificadas, resultantes do arrefecimento de pequenas gotas de rocha fundida, no durante o trajeto, no vácuo, entre o local do impacto e o da queda.

Com uma história feita de colisões, a começar na que lhe deu seu nascimento, o nosso satélite é um planeta morto, sem qualquer dinâmica interna desde há cerca de 1200 milhões de anos, época das últimas manifestações vulcânicas e sem erosão no sentido da que podemos presenciar na Terra. Destituído de estruturas tectónicas, no sentido em que as concebemos na Terra, o vulcanismo foi a única expressão dessa dinâmica interna, testemunhada pelos basaltos dos “mares” que caracterizam a face visível.

Esporádicos no presente, mas inúmeros nos seus primeiros tempos, como planeta diferenciado, com a crosta já solidificada, todo relevo lunar, mas mais intensamente o da face oculta, resultou de colisões com asteróides e cometas das mais diversas magnitudes.

Desses acontecimentos resultaram milhares e milhares de crateras de impacto, de todos os tamanhos, desde pequenas marcas de dimensão métrica a gigantescas bacias, como as que deram origem aos “mares” e à cratera de Aitken, a maior de entre as não coberta por lavas. Situada na face oculta, esta imensa “cicatriz”, também referida por Bacia do Pólo Sul, tem cerca de 2240 km de diâmetro e 13 km de profundidade. No fundo desta cratera, onde nunca entra a luz do Sol e a temperatura é da ordem dos -238 °C (negativos), foi encontrada, em, 1990, água congelada que se crê ter ali chegado levada talvez pelo cometa que a gerou. É, pois, grande a possibilidade de haver água congelada noutras crateras profundas ao abrigo da luz solar.

Há meio século atrás circulavam várias explicações para a origem da Lua. De entre elas, uma defendia que a Lua e a Terra se tinham formado ao mesmo tempo, na mesma zona, girando em torno do Sol; outra admitia que a Lua se tinha formado numa outra zona do sistema solar e que tinha sido capturada pela Terra; e outra, ainda, dizia que a Lua se tinha separado da Terra, quando esta era um corpo em fusão.

No último quartel do século XX tem vindo a ganhar relevo, sendo hoje consensual, a chamada Teoria do Impacto (*Big Splash*), segundo a qual a Terra teria colidido com um outro corpo planetário do tamanho de Marte designado por *Theia*, o nome da deusa grega, filha de Gaia e de Úrano, e que terá sido a partir do material ejectado, em resultado da correspondente explosão, que nasceu a Lua.

Os minerais das rochas trazidas do nosso satélite apresentam determinadas características (é o caso da assinatura isotópica⁽⁵⁾), um tema que não cabe aqui desenvolver e

que poderemos tratar num outro artigo) idêntica à dos minerais das rochas da Terra e bastante diferente da dos minerais dos meteoritos que aqui nos têm caído.

Inicialmente pensava-se que a força gravítica do então ainda protoplaneta Terra teria agregado todo o material sólido ao seu alcance na zona do sistema Solar em que se formou e encontra. Porém, de acordo com esta assinatura isotópica, admite-se que a hipotética Theia tenha acrecionado na mesma zona, dentro da órbita terrestre, num determinado ponto, dito lagrangiano (uma explicação que não cabe aqui desenvolver) que a mecânica celeste sabe determinar.

Segundo a Teoria do Impacto, enquanto Theia se encontrava presa nesse ponto, fazendo a sua evolução planetária, a Terra, num outro ponto, fazia outro tanto. A crosta estaria, então, numa fase muito incipiente da sua evolução ou ainda não existia.

Quando Theia cresceu o suficiente para escapar do citado ponto, entrou numa órbita instável e a colisão com a Terra tornou-se inevitável, visto que, como se disse, ambos os planetas ocupavam a mesma órbita.

Os investigadores acreditam que esta colisão não foi frontal, mas sim oblíqua, e, segundo eles, ocorreu a uma velocidade de cerca de 40 000 km por hora.

Parte substancial do núcleo de Theia ter-se-á afundado na Terra incorporando-se no núcleo terrestre. Este representa cerca de 30% da massa da Terra ao passo que núcleo da Lua representa apenas cerca de 8 % da sua massa. Esta disparidade impede admitir que o nosso satélite tenha sido formado por acreção tal como a Terra, mas separada dela. Se assim tivesse sido, a proporção de ferro seria semelhante em ambas.

Uma imensa parte dos materiais de Theia e outra da zona superficial da Terra (a crosta terrestre ainda não teria sido completamente diferenciada) foram projetados para o espaço. Parte deles voltaram à Terra e outra, progressivamente, por acreção e em órbita da Terra, foi ganhando a massa, gerando, assim, o nosso satélite, cerca de 50 milhões de anos após a origem do Sistema Solar.

Admite-se como correcto que qualquer tentativa de explicação para a formação da Lua tem que ter em conta a dita composição isotópica dos minerais das rochas da sua superfície e a proporção de ferro no seu núcleo.

A observação atenta das faces visível e oculta da Lua mostra que as chamadas “terras” estão imensamente marcadas por crateras de impacto, ao contrário dos “mares”.

Sabendo que os “mares” são o preenchimento de imensas crateras (a maior das quais, gerou o “Oceano das Tormentas”⁽⁶⁾, com cerca de 2500 km de diâmetro) por basaltos com 3500 a 3000 milhões de anos, podemos admitir que o intenso e, ao mesmo tempo, principal “bombardeamento” (por asteróides e cometas) do nosso satélite é anterior à maioria destes derrames, entre, portanto, os cerca de 4500 milhões de anos (data da crosta anortosítica, a primitiva) e a idade dos referidos basaltos. Deste intervalo de tempo, ou seja, dos primeiros 1000 a 1500 milhões de anos da história da Lua são também as colisões de maior magnitude, como as que estão na base dos referidos “mares”.

Vamos partir da fase de evolução do Sistema Solar em que os restantes 1,2% dos materiais da nébula que lhe deu origem não incorporados no Sol (de início vaporizados pelo calor do glóbulo central a transformar-se em estrela), arrefeceram e se distribuíram numa estrutura em disco no plano equatorial desta ainda protoestrela. Destes materiais, os que

solidificaram foram-se aglutinando entre si, formando corpos sucessivamente maiores (este processo tem o nome de acreção), tendo por resultado a formação dos planetas, dos asteróides, como os do chamado Cinturão de Asteróides, entre Marte e Júpiter (interpretados como não tendo conseguido aglutinar-se num planeta) e todos os outros, milhares de milhões, ainda a circular em no espaço.

É convicção generalizada que o nosso satélite oferece uma imagem da superfície terrestre nos tempos da sua primeira crosta. Porém, a intensa actividade tectónica e a erosão terrestres apagaram definitivamente essa imagem, uma vez que a ou as crostas mais primitivas foram praticamente substituídas por outras (há vestígios dela ou delas no Canadá e na Austrália, com idades entre 4400 e 3900 milhões de anos) em consequência de uma dinâmica interna que ainda se faz sentir.

São relativamente poucas as crateras de impacto meteorítico conservadas no nosso Planeta, na maioria muito destruídas, como é a grande cratera de Manicouagan no Quebec (Canadá), com 1000 km de diâmetro, resultante de uma colisão ocorrida no Triásico, há cerca de 215 milhões de anos. Relativamente bem conservada, a divulgadíssima Cratera do Meteoro ou Barringer (em homenagem a Daniel Barringer, 1860-1928, que primeiro sugeriu ter ela sido produzida por impacto de meteorito), no Arizona, EUA, com cerca de 1000 m de diâmetro por 200 m de profundidade, foi aberta por um asteróide de ferro metálico (siderito), com cerca de 5 m de diâmetro, caído há apenas 50 000 anos, a uma velocidade estimada em 40 000 km/h.

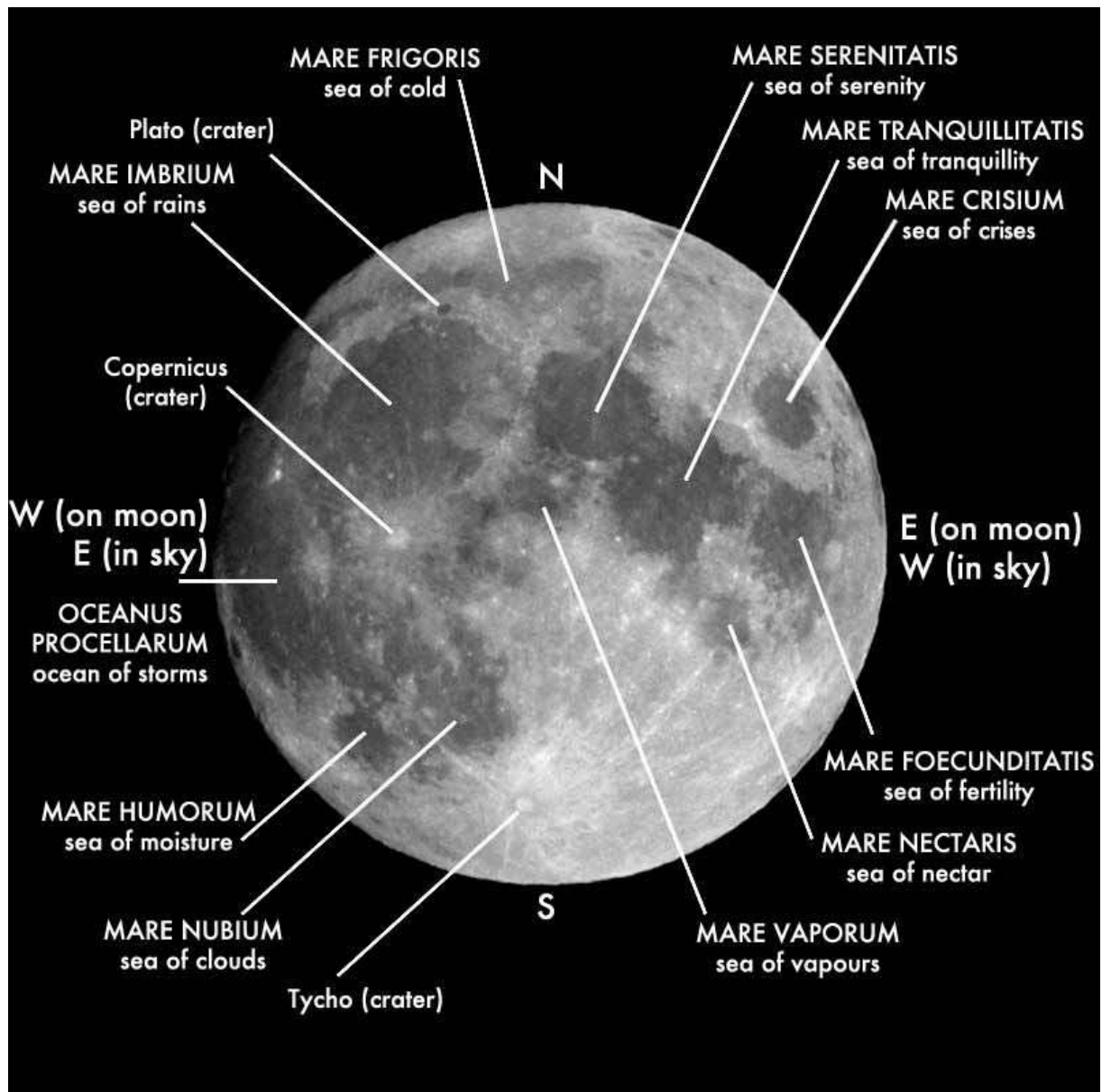
Aceita-se hoje que, após um período de intensíssimo bombardeamento meteorítico nos primeiros 1000 a 1500 milhões de anos da história do Sistema Solar, se seguiu um outro marcado por progressiva diminuição deste tipo de ocorrências, sendo hoje, comparativamente, muito reduzido e provocado por corpos muito pequenos.

Nos primeiros tempos da formação dos planetas interiores, também ditos telúricos ou rochosos (Mercúrio, Vénus, Terra, Lua e Marte), o espaço mais interior do disco no plano equatorial do Sol estaria pejado de corpos isolados, à semelhança do referido Cinturão de Asteróides.

Não tendo sido incorporados nos planetas em formação, estes corpos isolados continuaram a cair neles quando, uma vez diferenciados, já estavam revestidos por uma crosta sólida, gerando crateras, ao mesmo tempo que iam colidindo com outros asteróides, cujas superfícies (que hoje conhecemos graças às fotografias obtidas por sondas e outros engenhos espaciais), estão pejadas deste tipo de cicatrizes.

O que aconteceu foi que, nesses 1000 a 1500 milhões de anos, o espaço ficou mais limpo e, embora tenhamos razões para acreditar que ao longo da história da Terra, grandes extinções em massa estejam relacionadas com alguns mega-impactos meteoríticos (como o que ocorreu há 65 milhões de anos, na passagem do Cretácico para o Terciário, que deixou rasto em Chicxulub, no México), não há comparação com o que se verificou nesses primórdios da história do sistema solar. O muito deste “lixo no céu” que sabemos ainda existir e que, por exemplo, assegura as frequentes quedas de meteoritos na Terra (raramente de dimensões superiores a escassos metros), é insignificante face ao que foi nesses recuados tempos.

Mesmo assim, o perigo de um asteróide ou de um cometa de grandes dimensões entrar em rota de colisão com a Terra, embora remoto, não está fora das nossas preocupações.



Alguns aspectos selenográficos relevantes. Os nomes tradicionais estão em latim (em letras maiúsculas). A orientação da imagem corresponde à observação a olho nu, ou à que se pode fazer utilizando um binóculo ou um telescópio que não inverta a imagem.

Tenho fases, como a lua.
Fases de andar escondida,
fases de vir para a rua...
Perdição da minha vida!
Perdição da vida minha!
Tenho fases de ser tua,
tenho outras de ser sozinha.

Poema de Cecília Meireles, poetisa brasileira (1901-1964).

NOTAS

(1) Na revista *Astronomia de Amadores* foram publicados dois artigos sobre a ilusão da Lua, acessíveis através dos seguintes links directos (Nota do Editor):

http://apaa.co.pt/Rev43/revista_43_FINAL.pdf (páginas 16-20)

<http://apaa.co.pt/Rev52/RevistaAA52.pdf> (páginas 5-8)

(2) Devido aos efeitos conjugados da libração em latitude e em longitude, um observador terrestre pode ver cerca de 61% da superfície lunar, se prolongar as observações por tempo suficiente; mas em cada momento só pode ver 50% (N. do Editor).

(3) A indicação “Ma” refere-se a milhões de anos (N. do Editor).

(4) A designação “micron”, com o símbolo “ μ ”, para representar o submúltiplo do metro 10^{-6} m (ou seja, 10^{-3} mm), foi suprimida em 1967, na 13.ª Conferência Geral de Pesos e Medidas (Resolução 7). Este mesmo submúltiplo do metro é actualmente denominado micrómetro, com o símbolo μm (N. do Editor). Mais informação em

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Micr%C3%B3metro_\(unidade_de_medida\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Micr%C3%B3metro_(unidade_de_medida))

<https://en.wikipedia.org/wiki/Micrometre>

(5) A distribuição relativa dos isótopos de cada elemento, numa dada amostra, constitui uma assinatura ligada à origem da amostra colhida. Para isso considera-se a assinatura dos isótopos dos elementos relevantes para a pesquisa pretendida. Se a amostra apresenta uma assinatura isotópica diferente de outra, para o elemento químico em causa, a origem das duas amostras não poderá ser a mesma (N. do Editor).

(6) Indicado como OCEANUS PROCELLARUM na última imagem deste artigo (N. do Editor).

O PRIMEIRO ANO DO OBSERVATÓRIO DO LAGO ALQUEVA - OLA

Nelson Nunes

Observatório do Lago Alqueva - OLA

Instituto de Astrofísica e Ciências do Espaço

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

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



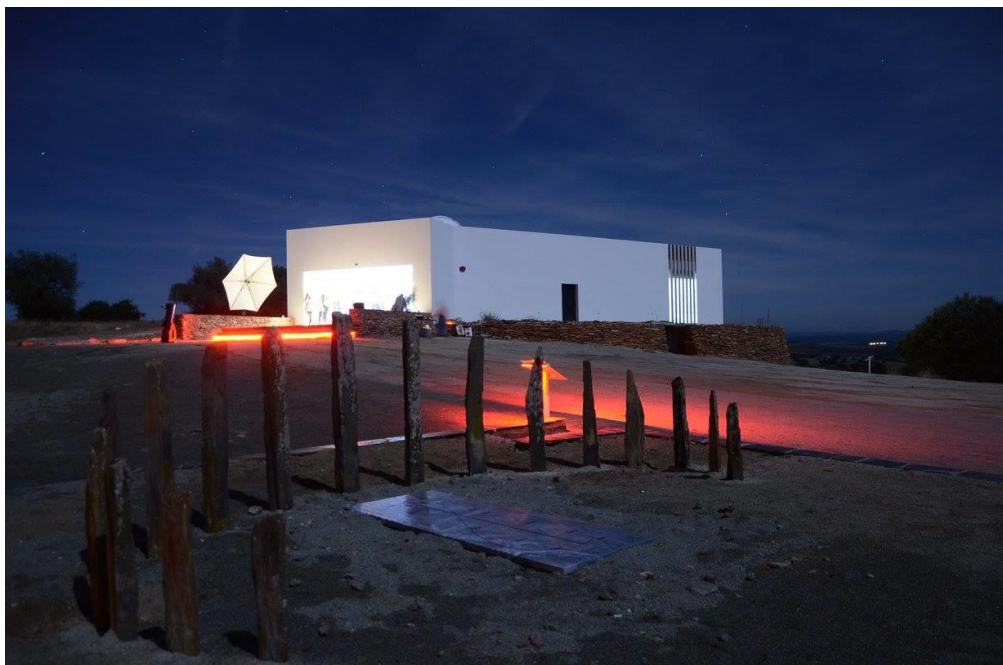
O Observatório do Lago Alqueva – OLA, é um observatório astronómico localizado junto da vila histórica de Monsaraz, no concelho de Reguengos de Monsaraz, distrito de Évora. Situado no centro da Reserva Dark Sky Alqueva (RDSA), o OLA é um projeto que tem como finalidade o desenvolvimento de atividades de Astroturismo e de divulgação científica no âmbito da Astronomia e Astrofísica. A região beneficia das condições ideais para a realização deste género de atividades dadas as suas condições climatéricas e o facto de já ser um foco de interesse turístico. O público-alvo do OLA é o Astroturista (desde o simples curioso pelo céu ao conhecedor astrónomo amador) e também está preparado para receber o público escolar.

O OLA desenvolve atividades de observação astronómica, numa base regular, onde os visitantes podem aprender de forma divertida sobre as estrelas, planetas, nebulosas e galáxias, em linguagem acessível, mas sem perda de rigor científico. Atualmente somos a única entidade na região com a capacidade de desenvolver diariamente este tipo de atividades dispondo de uma equipa experiente na comunicação de ciência e com formação em física.

As sessões de observação noturna são indubitavelmente a marca do OLA. Decorrem num local construído e dedicado para o efeito afastado da poluição luminosa onde existe acesso à energia da rede eléctrica e luz vermelha para total segurança dos participantes sem prejuízo das observações. Estas plataformas são caso inovador e até agora único no País.



O parque do observatório dispõe de vários equipamentos de divulgação da astronomia totalmente desenhados por nós e estrategicamente colocados no terreno de 10 hectares [100 000 m²]. Dois exemplos: um relógio de sol desenhado e construído para a localização do OLA, que lembra os monumentos megalíticos existentes nas proximidades do OLA; e um sistema solar à escala, com uma extensão de 400 m.



Ao longo do último ano o OLA promoveu um programa extenso de atividades relacionadas com a Astronomia. Na maioria estiveram envolvidos investigadores de várias instituições do país. Foram 10 edições do Café Ciência, 9 cursos e oficinas, recebemos grupos de jovens, vimos o trânsito de Mercúrio, celebrámos o São Martinho, o ano Novo e a Páscoa no contexto da

Astronomia. Apreciámos as Perseidas, e acompanhámos as Superluas. Recebemos empresas, fizemos observações noturnas noutras regiões do país e observações solares em escolas. Desde 2016, tocámos 1757 curiosos da astronomia, dos quais 782 portugueses e 217 estrangeiros, os quais fizeram observações noturnas no OLA. Os três países que mais nos visitam são o Brasil, a Alemanha e a Espanha.



Em Outubro de 2016 celebrámos um protocolo com a APAA onde nos comprometemos a organizar em parceria cursos e iniciativas públicas, ações de formação e divulgação mútua das atividades das duas instituições. Os sócios da APAA também têm direito a um desconto quando frequentam as nossas atividades.

O OLA foi mencionado em vários artigos de comunicação social, por exemplo, no Jornal Finlandês *Helsingen Sanomat*. Surgiu classificado como um dos cinco melhores locais para observar as estrelas, no artigo publicado pela *Via Verde online*. Foi aplaudido na revista *Visão online* e pelo inovador *workshop* de diários gráficos *Sky Sketchers*. Por ocasião da Super Lua de Novembro, o OLA recebeu uma equipa da RTP nas suas instalações, sendo a par da Faculdade de Ciências de Lisboa e do Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra um dos locais escolhidos para a cobertura televisiva do evento.

Já estamos a alugar equipamento e as plataformas para uso dos astrónomos amadores. Na cúpula temos instalado um telescópio apocromático de 180 mm de abertura. Começámos a explorar o seu potencial e os resultados são magníficos. Nas fotografias seguintes podem-se ver (além da cúpula com o refractor de 189 mm) o cometa Jonhson e o exame globular M13.





Exatamente um ano depois da inauguração do OLA com o curso de astrofotografia solar coordenado pelo Pedro Ré, no último 7 de Maio, o OLA foi reconhecido com uma Menção Honrosa na cerimónia de entrega dos Prémios do Turismo do Alentejo e Ribatejo 2016, promovido pela Agência de Turismo do Alentejo e Ribatejo. O OLA recebeu esta distinção na categoria de “Melhor Animação Turística 2016” do Alentejo. Soube a presente de aniversário.



Foi um ano muito intenso com muitas atividades, mas há ainda muito para fazer e muitas ideias a implementar na próxima etapa. E um grande desafio está já aí. O maior e mais antigo encontro nacional de astronomia amadora, a Astrofesta, irá realizar-se este ano no OLA nos dias

25, 26 e 27 de Agosto numa parceria do MUHNAC [Museu Nacional de História Natural e da Ciência] com o Observatório do Lago Alqueva, o Centro Ciência Viva de Constância e a Câmara Municipal de Reguengos de Monsaraz. O programa já está disponível em www.olagoalqueva.pt. Contamos com sua presença.



ASTROFESTA 2017

Monsaraz recebe o Universo!

25, 26 e 27 de Agosto
Observatório do Lago Alqueva - OLA

Palestras
Oficinas
Atividades Culturais
Observações Solares
Observações Noturnas

Entrada Livre

Para mais informações:
<http://www.museus.ulisboa.pt/pt-pt/astrofesta-2017>
<http://olagoalqueva.pt/events/astrofesta-2017-monsaraz-recebe-o-universo/>

Organização / Apoios:



GPS: N 38° 26' 35.5" W 7° 22' 01.5"

A CANÍCULA E O CALOR:

UM PASSADO COM HISTÓRIA E ASTRONOMIA

Sírio

Guilherme de Almeida
g.almeida@vizzavi.pt

É usual empregar a palavra *Canícula* para designar um período de dias muito quentes. E não é só em Portugal que este nome se usa. Habitúamo-nos a este termo, mas em geral não se pensa de onde veio e muito menos se suspeita que a Astronomia, ainda que numa fase empírica recheada de crendices, esteja por detrás desta ideia.

Um termo muito usado com origens pouco divulgadas

Muitas vezes nos deparamos com o uso da palavra *canícula* para expressar dias muito quentes, ou o período mais quente do ano. Por exemplo, em 2006, um conhecido jornal diário português titulava

“Canícula: Verão mata 1400 pessoas

O calor matou 1400 pessoas nos meses de Julho e Agosto deste ano. Os dados foram ontem avançados no Telejornal, da RTP 1, citando o Instituto Ricardo Jorge”

Habitúamo-nos ao uso deste termo, muitas vezes sem pensar de onde vem, nem sequer suspeitar que possa ter origens ligadas à Astronomia. *Canícula* ou *Calor do Cão* é o termo utilizado para descrever uma condição meteorológica associada às ondas de calor em geral ligadas à presença de circulações atmosféricas anti-ciclónicas quase estacionárias. No sentido corrente, emprega-se a palavra *Canícula* para designar um calor muito intenso. Põe-se a questão de saber o que tem o tempo anormalmente quente a ver com um cão.

Um olhar sobre a História

Recuando no tempo, *Canícula*, do latim *canicŭla*, era um termo usado para significar “Cão”, antiga designação da estrela Sírio, a estrela Alfa do Cão Maior (α *Canis Majoris*). E a expressão *Canícula* significa dias quentes ou um período de calor intenso: muita gente o sabe. Mas poucos imaginam que a origem da expressão está relacionada com Astronomia e vem dos tempos das civilizações grega e romana.

Há 2000 anos, em Atenas, por volta de 16 de Julho de cada ano o Sol nascia em simultâneo com Sírio. E, devido ao movimento aparente anual do Sol (para leste), a 21 de Julho Sírio já nascia 25 min antes do Sol.

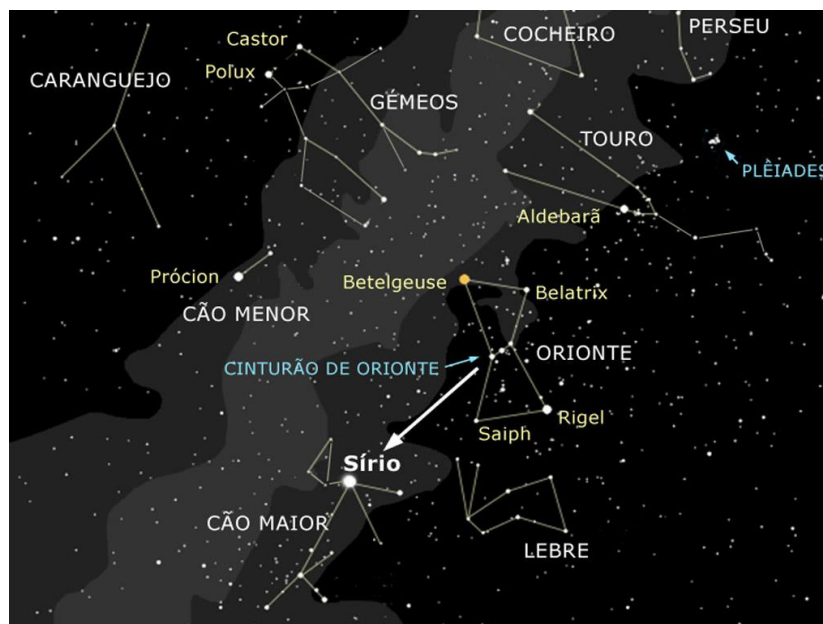


Fig. 1. Localização da estrela Sírio, no Cão Maior (*Canis Minor*), a partir da constelação de Oriente. A faixa mais clara representa a Via Láctea. Em brilho aparente, Sírio é quatro vezes mais brilhante do que Rigel e cerca de seis vezes mais brilhante do que Betelgeuse. Guilherme de Almeida, 2012.

Em Astronomia, chama-se *nascimento helíaco* de uma estrela à sua primeira detecção visual de madrugada, pouco antes do nascer do Sol, após o período em que essa estrela esteve invisível, ofuscada pelo clarão da nossa estrela (**Nota 1**). Devido à progressão aparente do Sol para leste, em relação às estrelas (movimento anual do Sol originado pela movimento de translação da Terra), de dia para dia as estrelas nascem com maior antecedência em relação ao Sol. Essa antecedência cresce cerca de quatro minutos por dia. Por isso, de dia para dia, as estrelas surgem mais altas no horizonte nascente, no momento em que o Sol, desponta no horizonte. Note-se que é impossível detectar visualmente uma estrela que nasça ao mesmo tempo do que o Sol, devido ao fulgor do brilho deste. Para que uma estrela brilhante seja detectada a olho nu de madrugada, é preciso que nasça com alguma antecedência em relação ao Sol, apresentando-se a alguns graus de altura antes que o brilho solar clareie demasiado o horizonte. A antecedência necessária depende da transparência atmosférica, do brilho da estrela e da experiência do observador. Para Sírio, o nascimento helíaco pode observar-se com a estrela a cerca de 3° de altura, estando o Sol cerca de 8° abaixo do horizonte (Fig. 2). Nestas condições Sírio será observada por um breve intervalo de tempo, desvanecendo-se com o brilho crescente do céu. Nas noites seguintes, o tempo de visibilidade cresce, porque o Sol estará mais baixo com a estrela a 3° de altura.

O nascimento helíaco de Sírio, pouco antes do nascer do Sol, praticamente coincidia, nos tempos da Grécia clássica, com a época mais quente do Verão, uma época que então se conhecia como “dias do cão”. Nascerdo ao mesmo tempo (ou quase ao mesmo tempo) que o Sol, Sírio permanecia acima do horizonte durante toda ou quase toda a parte clara do dia. E os

dias eram muito quentes. Porém, a partir de meados de Agosto, Sírio já nascia muito antes do Sol, permanecendo menos tempo acima do horizonte, altura em que o calor diminuía. E essa mera coincidência deu origem a suspeitas de uma relação de causa-efeito, que não tardaram a ser “interpretadas” como uma “certeza óbvia e indiscutível”.

Existia então a crença de que a estrela do Cão (Sírio), mantendo-se cima do horizonte durante todo o dia claro, juntamente com o Sol, reforçava o calor deste e produzia dias muito mais quentes. O “fenómeno” parecia grave e o astro responsável parecia inequívoco. Segundo testemunhos de época, não era caso para menos. Veremos seguidamente alguns registos, de autores célebres, que ficaram para a posteridade.

Hesíodo, poeta grego (750-650 a.C.), referiu-se às *“cabeças e membros secos por Sírio”*; nestas afirmações parece implícita a ideia de vítimas humanas a lamentar.

O poeta romano Virgílio (70-a.C.-19 a.C.), abarcando horizontes mais vastos, escreveu que *“A tórrida Estrela do Cão seca e racha os campos”*.

Segundo o poeta e astrólogo romano Marcus Manilius (século I d.C.), “ele [o Cão] ladra chamas e duplica o calor ardente do Sol”.

O naturalista e historiador Romano Plínio, o Velho (23-79 d.C.), mas explícito ainda, escrevia: *“Quanto à Canícula, quem ignora que [Sírio] erguendo-se inflama o ardor do Sol? Os efeitos deste astro [a estrela Sírio] são os mais poderosos sobre a terra: os mares fervem quando ela nasce, os vinhos fermentam nas caves e as águas estagnadas agitam-se”*.

Pelo que acabámos de ver, os nossos antepassados acreditavam realmente que quando Sírio se erguia com o Sol, a brilhante estrela somava o seu calor ao que recebemos do Sol, o que dava lugar ao período mais quente e menos chuvoso de cada ano. Para eles, era como se houvesse dois sóis a brilhar no céu ao mesmo tempo, gerando intenso e reforçado calor. Os “rigores caniculares” duravam aproximadamente de 15 de Julho a 15 de Agosto.

Como vimos, Canícula deriva do latim *Canicula*, que significa “cão”, relativamente a Sírio, a estrela mais brilhante da constelação do Cão Maior e de todo o céu, à excepção do Sol. Trata-se aqui, evidentemente, do brilho aparente e a magnitude visual de Sírio é $-1,46$ (**Nota 2**)

Na Roma antiga, o início da Canícula era celebrado pela festa da *Neptunalia* (a 23 de Julho) (**Nota 3**), atribuindo-se à canícula más influências como as doenças causadas pelo calor e os uivos dos cães; tentava-se minorar as más influências de Sírio sobre as colheitas imolando cães avermelhados como o Sol. Por tradição, a Canícula acabava com a festa de *Vulcania* (**Nota 4**), por volta de 23 de Agosto.

A época da Canícula, para os povos antigos, dependia da presença da estrela Sírio no céu diurno durante tanto (ou quase tanto) tempo como o Sol. Os Gregos e os Romanos acreditavam que os dias mais quentes começavam na altura em que Sírio aparecia mesmo antes do nascer do Sol, na sua época em finais de Julho e que esse efeito se prolongava até meados de Agosto. Este fenómeno astronómico fazia antever, segundo pensavam, dias de temperatura muito alta — os mais quentes do ano — que traziam, dizia-se, febre e catástrofes.

Aparentemente os povos antigos (**Nota 5**) não pensavam no hipotético calor que, nas nossas noites de Inverno, nos assombraria com a presença demorada dessa mesma estrela a cintilar acima das nossas cabeças. E, apesar disso, as noites de Inverno continuavam frias...

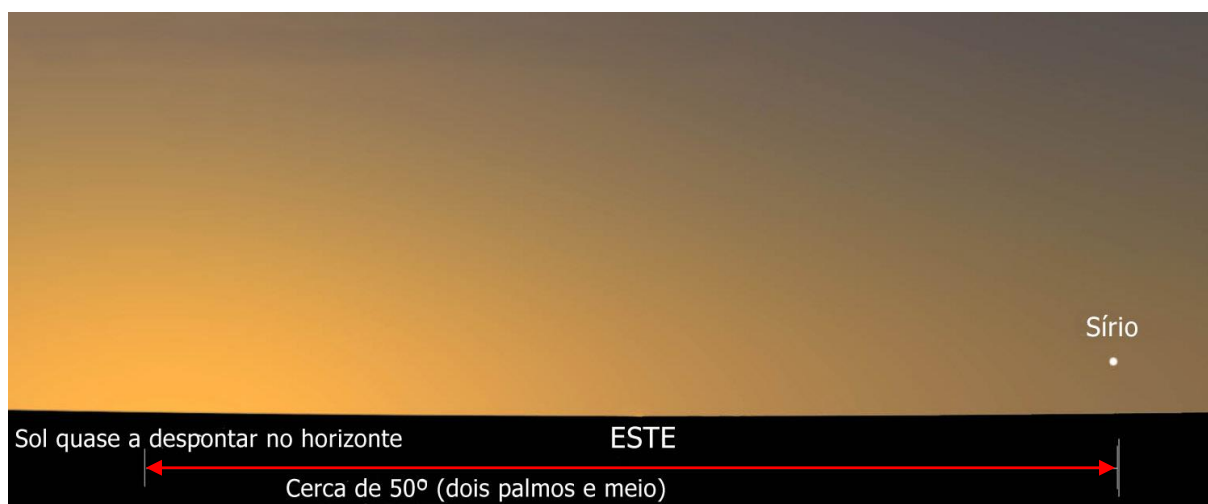


Fig. 2. Representação do nascimento helíaco de Sócio, em Lisboa, por volta de 10 de Agosto. Supõe-se o horizonte desimpedido. Devido ao brilho do Sol, a possibilidade de detectar Sócio pela primeira vez, após o seu período de invisibilidade, exige que a estrela nasça com alguma antecedência antes do Sol. Adaptado de Bob King <http://www.skyandtelescope.com/observing/a-real-scorcher-sirius-at-heliacal-rising>.

Conclusão

Actualmente os dias mais quentes não coincidem com o nascimento helíaco de Sócio, o que não espanta dado não existir nenhuma ligação entre os dois acontecimentos, para além da coincidência e da circunstância de o Cão Maior ser uma constelação de Inverno no hemisfério norte, o que determina que no Verão o Sol possa nascer pouco depois de Sócio. Mas a palavra *Canícula* continuou a ser utilizada por tradição (**Nota 6**).

Nos tempos actuais, e nas nossas latitudes, a 1 de Agosto o Sol nasce ao mesmo tempo que Sócio. A 5 de Agosto, nasce 25 min antes do Sol e está a cerca de 5° de altura quando o Sol nasce num horizonte desimpedido. A cerca de 10 de Agosto cumpre os requisitos da Fig. 3. Pouco mais tarde, por volta de 13 de Agosto, já Sócio nasce 55 min antes do Sol e está a 10° de altura quando o Sol desponta num horizonte livre de obstáculos à nossa visão. Estas diferenças temporais, face às datas, dependem da latitude do local de observação e variam lentamente com a precessão dos equinócios.

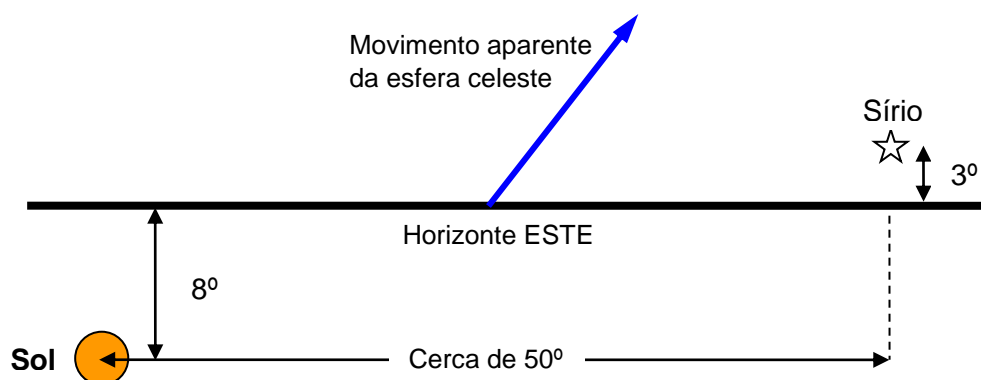


Fig. 3. Representação das posições relativas do Sol e de Sócio para o nascimento helíaco desta estrela, à latitude de Lisboa e aproximadamente para o território português. Guilherme de Almeida, 2016.

Note-se que a visibilidade de Sírio pouco antes do nascer do Sol não serve de indicador universal para os dias mais quentes do ano por várias razões. A primeira é geográfica: embora Julho e Agosto sejam de facto os meses mais quentes no hemisfério norte, o mesmo não é verdade para o hemisfério sul, onde ocorre o Inverno austral. No mesmo hemisfério, a diferentes latitudes, a estrela tem o seu nascimento helíaco em diferentes épocas do ano.

A precessão dos equinócios faz com que, para períodos muito longos, a posição dos solstícios mude consideravelmente em relação às estrelas (**Nota 7**). Por estas razões, os dias de Canícula da Grécia antiga não correspondem aos de hoje em dia. Daqui a alguns milénios (cerca de 13 000 anos) este fenómeno nem sequer irá acontecer no Verão. Por último, como se mostrou na **Nota 2**, a contribuição de Sírio como reforço do calor do Sol é insignificante. Sobre o “calor de Sírio”, em tempos fiz um cálculo especulativo que poderá interessar a alguns leitores (**Nota 8**).

Está o leitor desde já convidado a mergulhar solenemente no passado, testemunhando por si próprio o nascimento helíaco de Sírio. Exige-se um horizonte desimpedido pleo menos na direcção sudoeste. De madrugada, a 9, 10 e 11 de Agosto, comece a olhar cerca de 40 minutos antes do nascimento do Sol e preveja a posição onde irá ver Sírio a partir do *Cinturão de Oriente* (ou *Três Marias*), estabelecendo um alinhamento como se mostra na Fig. 1. E poderá a ver – com os seus próprios olhos – como o tempo de visibilidade desta estrela é fugaz no dia do seu nascimento helíaco e se vai alongando progressivamente de dia para dia, devido ao movimento aparente anual do Sol, para este.

NOTAS E REFERÊNCIAS

(1) Para a determinação simples da data aproximada do nascimento helíaco de Sírio, e de muitas outras estrelas, veja-se Almeida, Guilherme de — “**O Céu nas Pontas dos Dedos**”, 1.^a Edição, Plátano Editora, Lisboa, 2013 (conjunto livro+planisfério celeste multifuncional).

ISBN: 978-972-770-928-1

Referência e sinopse em: <http://www.platanoeditora.pt/?q=C/BOOKSSHOW/7595>

(2) Com a magnitude aparente $m = -1,46$, e mostrando o Sol a magnitude aparente $m_s = -26,74$, o brilho aparente de Sírio é apenas 0,000 000 007 72% do brilho do Sol. Embora intrinsecamente Sírio seja cerca de 25 vezes mais brilhante do que o Sol, o facto de estar cerca de 540 000 vezes mais longe produz esta discrepância.

Por outro lado, aos nossos antepassados não ocorreu o contributo do brilho das outras estrelas como “factores de aquecimento canicular”: dez estrelas de primeira magnitude (ou 24 estrelas de segunda magnitude) brilham, globalmente, tanto como Sírio, sem contar com muitas outras estrelas de

menor brilho que, pelo efeito global, brilhariam bem mais do que Sírio. Por outras palavras: de maneira alguma Sírio poderia ser a *causa* dos dias anormalmente quentes.

Sobre a magnitude estelar e as suas origens veja-se este link:

<http://gazetadefisica.spf.pt/magazine/article/827/pdf>

(3) As *Neptunalia* eram festas religiosas romanas, celebradas em honra de Neptuno, deus das águas e dos mares, no meio do Verão, durante dois dias a partir de 23 de Julho (início da canícula). Consta que os Romanos construía nestas ocasiões diversas protecções para o Sol, feitas de madeiras verdes, para conseguirem sombras e frescura que os protegessem dos perigos da canícula. E estes perigos eram graves: atribuíam-se-lhe más influências, entre as quais as doenças causadas pelo calor e os uivos dos cães. Sacrificava-se um touro a Neptuno e as *Neptunalia* tinham a função de prevenir (e proteger) as populações dos efeitos nefastos da Canícula. Na época cristã, nos tempos do imperador Constantino (272 d.C.-337 d.C.), que governou de 306 d.C. a 312 d.C., ainda se celebravam as *Neptunalia* perto das fontes de água.

(4) As *Vulcania* ou *Vulcanalia* eram festas religiosas romanas celebradas no final do Verão em honra de Vulcano, divindade do fogo. Estas festas duravam oito dias, a partir de 23 de Agosto de cada ano, celebrando o fim do período de canícula. Durante as celebrações corria-se com archotes na mão e os vencidos davam os seus archotes ao vencedor.

(5) Refiro-me aqui, evidentemente, a observadores no hemisfério Norte.

(6) Existe informação adicional sobre a Canícula nos seguintes links:

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Canicule>

<http://www.cazatormentas.net/ique-es-la-canicula-o-periodo-canicular/>

<http://www.skyandtelescope.com/observing/a-real-scorcher-sirius-at-heliacal-rising/>

Algumas fontes indicam (erradamente) o Cão Menor em vez do Cão Maior.

Informação sobre o nascimento helíaco de Sírio:

<http://www.skyandtelescope.com/observing/a-real-scorcher-sirius-at-heliacal-rising> .

7) Devido à precessão dos equinócios, o ponto vernal desloca-se para oeste, em relação às constelações, à razão de 50,3" por ano, ou seja, 13,97° por milénio, num ciclo de 25 772 anos. A deslocação do ponto vernal implica que também os pontos solsticiais mudem de posição em relação às constelações. Por isso, para grandes intervalos de tempo (milénios) este efeito vai-se acumulando e o Sol, na mesma época do ano, passará em constelações da eclíptica cada vez mais para oeste. Por exemplo, no solstício de Junho, há 2000 anos, o Sol passava na constelação do Caranguejo (*Câncer*); actualmente passa na constelação dos Gémeos (*Gemini*); e dentro de cerca de dois milénios passará na constelação do Touro (*Taurus*).

(8) Um outro artigo relacionado com Sírio, numa perspectiva de cálculo extrapolado e especulativo, pode ser visto no seguinte link: <http://gazetadefisica.spf.pt/magazine/article/894/pdf>

O SÃO MARTINHO e o equinócio da Primavera

Nelson Nunes

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

Observatório do Lago Alqueva - OLA

Instituto de Astrofísica e Ciências do Espaço

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa



É curioso notar que do equinócio do Outono ao dia de Todos os Santos vão aproximadamente 40 dias. De igual forma, do dia de São Martinho ao Solstício de Inverno vão outros 40 dias. Entre o dia de Todos os Santos e o São Martinho vão 11 dias que se explicam (será?) com o equinócio da Primavera. Parece confuso? Vamos então recuar no tempo à época dos Romanos para entender tudo isto.

Sabemos que a Terra leva aproximadamente 365 dias a dar a volta ao Sol e que, portanto, um ano tem 365 dias. Na verdade a Terra precisa de mais 5 horas e 48 minutos e 45 segundos para completar uma órbita, ou seja, *quase* 6 horas. Para corrigir este desfasamento, o imperador romano Júlio César introduziu o anos bissextos, ou seja, acrescentou um dia ao mês de Fevereiro a cada quatro anos. Os romanos contavam os dias de Fevereiro até ao dia 23 e os restantes como o número de dias antes de Março. Por exemplo, o dia 24 de Fevereiro era o "sexto dia antes das calendas de Março". *Calenda* significa Lua Nova e é daí que surge o nome Calendário. Quando se adoptou acrescentar um dia a Fevereiro, esse dia passou a ser conhecido como o "*segundo* dia sexto antes de Março", ou seja, o dia bissexto. A denominação facilmente se estendeu ao próprio ano em que isso acontecia, o ano bissexto.

Júlio César pretendia conciliar o calendário com as estações do ano, em particular, procurava que o equinócio da Primavera acontecesse a 21 de Março. Todavia, no século XVI o equinócio já ocorria a 11 de Março. A razão é simples. Para sermos precisos, há agora 11 minutos e 15 segundos que temos de subtrair ao ano porque, como vimos, este tem um pouco menos que 365 dias e 6 horas. É fácil verificar que 11 minutos e 15 segundos correspondem a $1/128$ do dia e que este número é aproximadamente $3/400$. Isto significa que em cada 400 anos estamos a acrescentar 3 dias que têm de ser removidos. Para corrigir este desfasamento adicional, o papa Gregório XIII decretou na sua bula *Inter Gravíssimas* que naquele ano de 1582 seria necessário subtrair 10 dias para repor o equinócio a 21 de Março. Mais concretamente, ao dia 4 de Outubro seguir-se-ia o dia 15 de Outubro. E ainda que, todos os anos centenários deixariam de ser bissextos (como 1900, 2100, 2200, 2300) a não ser que fossem múltiplos de 400 (como 2000, 2400, 2800 que seriam bissextos). A aproximação é válida por 3224 anos, o que significa que para se repor o equinócio a 21 de Março, o ano de 4806 não será bissexto.

Tudo isto já é possivelmente do conhecimento do leitor. Vem agora o grande salto especulativo. A primeira grande festa do ano a seguir a esta renovação deverá ter sido o dia de Todos os Santos. Mas enquanto uns celebraram na data oficial, o dia 1 de Novembro, noutras localidades continuou-se a celebrar no dia usual do calendário Juliano mas que corresponde ao dia 11 de Novembro do

calendário Gregoriano. Se assim for, estas duas festas são uma e a mesma e os 11 dias que separam o dia de Todos os Santos e o dia de São Martinho tem de facto a ver com o objectivo de manter o equinócio da Primavera sempre na mesma data de 21 de Março.

De facto, os etnólogos associam os magustos a um antigo sacrifício celta em honra dos mortos, o *Samhain* onde se acendiam fogueiras e se assavam castanhas. A notar que o dia dos mortos é o correspondente ao dia de finados que celebramos a 2 de Novembro. Presumo que a Igreja tenha tentado cristianizar esta data atribuindo-lhe uma ligação a um santo. Por sinal, São Martinho de Tours⁽¹⁾, bispo de Tours, morreu a 8 de Novembro e foi sepultado a 11 de Novembro. Reza a lenda que ele cortou a sua capa de soldado romano ao meio para ajudar um pedinte num dia frio e chuvoso. Segundo a lenda, nesse momento desapareceram as nuvens negras e o bom tempo prolongou-se por três dias, o dito Verão de São Martinho.

Fontes e referências

As tradições do *Samhain* e magustos em vários países são explicadas em mais detalhes, por exemplo, nestas páginas:

<http://www.vieiros.com/nova/53514/castanas-e-cabazas-o-samain-e-noso>

<http://despertadoteusono.blogspot.pt/2011/11/do-samonios-magusto-uma-porta-aberta-ao.html>

Os conceitos abordados neste artigo são explicados em mais detalhes, por exemplo, nestas páginas:

<http://www.vieiros.com/nova/53514/castanas-e-cabazas-o-samain-e-noso>

<http://despertadoteusono.blogspot.pt/2011/11/do-samonios-magusto-uma-porta-aberta-ao.html>

Para saber mais sobre a construção do calendário atual, recomendo estas fontes:

- Manuel N. Marques, *Origem e Evolução do Nosso Calendário*, 1992, edição do OAL.

- Rui Agostinho, *O Ano Bissexto*, publicação do OAL directamente acessível em:

https://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwigmryd0qbUAhVDsBQKHdR0AXsQFggtMAA&url=http%3A%2F%2Ffoal.ul.pt%2Fwp-content%2Fuploads%2F2013%2F02%2FO_Ano_Bissexto.pdf&usg=AFQjCNEYAEI1cbPyeUSzWzoZ1U5HP7q1aw&cad=rja

(1) Como se vê, São Martinho, ou Martinho de Tours, existiu mesmo. Nasceu em cerca de 316 d.C. na antiga cidade de Savaria na Panónia, uma antiga província na fronteira do Império Romano, na actual Hungria. Criado para seguir a carreira militar, foi convocado para o exército romano quando tinha quinze anos, viajando por todo o Império Romano do Ocidente.

Apesar de ter recebido uma educação pagã, foi em adolescente que Martinho descobriu o Cristianismo. Mas foi só mais tarde, em 356, depois de ter abandonado o exército (onde atingira o posto de general), que foi baptizado. Tornou-se discípulo de Santo Hilário, bispo de Poitiers (na zona oeste da actual França), que o ordenou diácono e presbítero, regressando de seguida a Panónia, onde converteu a mãe. Mudou-se depois para Milão, de onde terá sido expulso juntamente com Santo Hilário. Isolado, terá passado algum tempo na ilha da Galinária, ao largo da costa italiana.

De volta à Gália, foi perto de Poitiers que fundou o mais antigo mosteiro conhecido na Europa, na região de Ligugé. Conhecido pelos seus milagres, o santo atraía multidões. Foi ordenado bispo de Tours em 371 e fundou o mosteiro de Marmoutier, na margem do rio Loire, onde vivia na reclusão. Pregador incansável, foi também o fundador das primeiras igrejas rurais na região da Gália, onde atendia tanto ricos como pobres. São Martinho de Tours morreu no ano 397 e foi sepultado a onze de Novembro, em Tours, local de intensa peregrinação desde o século V. (N. do Editor).

Porque não vemos estrelas verdes?

Conhecemos estrelas vermelhas, alaranjadas, amarelas, brancas, até mesmo azuis, consoante a sua crescente temperatura à superfície, mas não observamos estrelas verdes. Não terão temperatura adequada para isso, ou haverá outra explicação?



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

1. Radiação e temperatura

Todos nós já vimos um prego aquecido ao lume emitir luz. Esse é o caso particular de um fenómeno mais geral. Qualquer corpo a uma temperatura acima do zero absoluto emite radiação electromagnética. A potência P , emitida por uma área A , à temperatura absoluta T , é dada por

$$P = e A \sigma T^4, \quad (\text{Equação 1})$$

onde e indica a emissividade (explicada adiante) e σ é a constante de Stefan-Boltzmann, sendo $\sigma = 5,674 \times 10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$. As estrelas podem ser consideradas na prática como corpos negros (**V. nota 1**), pelo que a sua emissividade $e = 1$.

Veja-se que, como se conclui da equação acima referida (lei de Stefan-Boltzman para uma área A), o material constituinte da superfície é irrelevante. E é curioso notar que, sendo a potência radiada proporcional à quarta potência da temperatura absoluta (que é medida em kelvin, símbolo K) uma duplicação dessa temperatura, por exemplo de 2000 K para 4000 K determina uma potência radiada dezasseis vezes maior (2^4), para igual área emissora A .

Como aplicação prática da equação 1, é possível determinar o raio do Sol, sabendo a sua temperatura superficial ($T = 5778 \text{ K}$) e a sua potência radiante $P = 3,846 \times 10^{26} \text{ W}$. Considerando o Sol como uma esfera de raio R , a sua área superficial será $A = 4 \pi R^2$. Substituindo valores na equação 1, e fazendo as contas, obtemos sucessivamente:

$$T = 5778 \text{ K} ; \sigma = 5,674 \times 10^{-8} (\text{W/m}^2)/\text{K}^4 ; P = 3,846 \times 10^{26} \text{ W}$$

$$3,846 \times 10^{26} = 4 \pi R^2 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 5778^4$$

Sendo $\pi = 3,1416$, e explicitando R^2 , obtemos

$$R^2 = \frac{3,846 \times 10^{26}}{4 \pi \times 5,67 \times 10^{-8} \times 5778^4},$$

ou seja, $R = 690\,452 \times 10^3 \text{ m} = 690\,452 \text{ km}$, aproximação excelente tendo em conta os números arredondados que utilizámos (os melhores valores actuais apontam para 696 000 km).

2. Cor e temperatura

Depois de se ter considerado a potência emitida, interessa ver como essa potência se distribui pelos diversos comprimentos de onda. Se se utilizasse um detector que sensível aos diversos comprimentos de onda da radiação emitida por um corpo aquecido, registrando o número de fótons por cada comprimento de onda, teríamos um gráfico como o da Fig. 1.

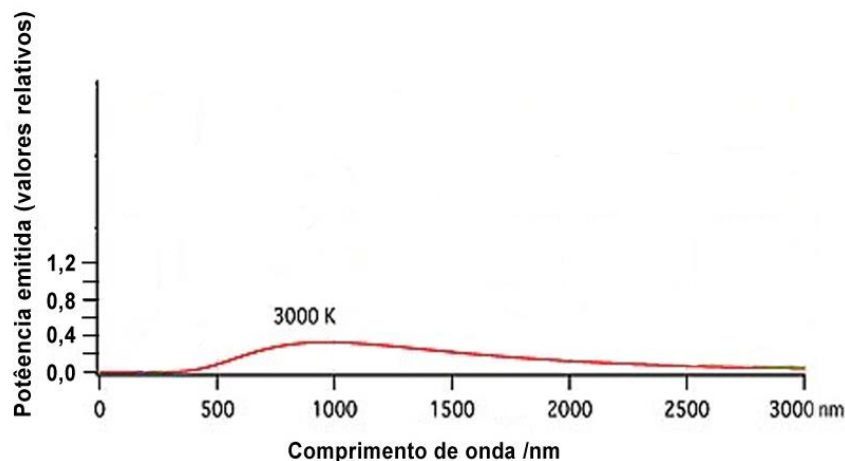


Fig. 1. Distribuição espectral da emissão de radiação electromagnética por um corpo negro à temperatura de 3000 K (2726,8 °C).

Como se conclui da Fig. 1, um corpo não emite radiação num só comprimento de onda. Emite fótons numa gama extensa de comprimentos de onda, num espectro contínuo. E verifica-se que a emissão é máxima para um dado comprimento de onda ($\lambda_{\text{máx}}$), característico da temperatura; no caso da Fig. 1 isso verifica-se para $\lambda_{\text{máx}} \approx 966$ nm. Para corpos a diferentes temperaturas, ter-se-iam representações gráficas como as da Fig. 2.

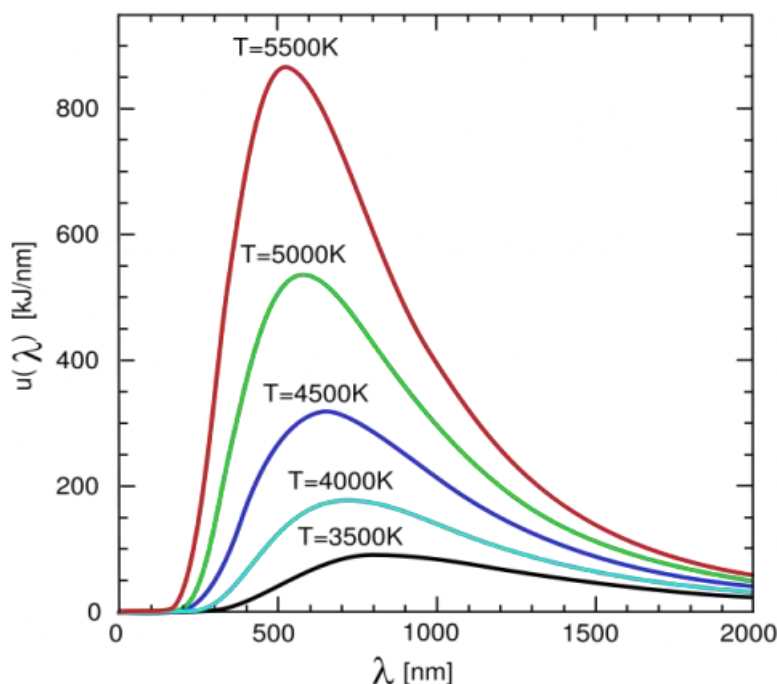


Fig. 2. Distribuição espectral de energia radiada por um corpo negro a diferentes temperaturas: 3500 K, 4000 K, 4500 K, 5000 K e 5500 K. As cores das curvas são meramente ilustrativas.

Fonte: https://www.e-education.psu.edu/astro801/content/l3_p5.html

Para cada temperatura, o pico de radiação verifica-se para um dado comprimento de onda ($\lambda_{\text{máx}}$), dado pela lei de Wien, também conhecida como lei do deslocamento de Wien, obtida em 1893 pelo físico alemão Wilhelm Wien (1864-1928). A lei de Wien é uma conhecida lei da Física que relaciona o comprimento de onda onde se verifica o máximo de emissão de radiação electromagnética de um corpo negro com a sua temperatura absoluta T e exprime-se pela equação seguinte

$$\lambda_{\text{máx}} = \frac{b}{T}$$

Onde $b = 2.8977729(17) \times 10^{-3} \text{ m K}$ é a constante de deslocamento de Wien. Ou seja, para efeitos práticos,

$$\lambda_{\text{máx}} = \frac{2,898 \times 10^{-3}}{T} \quad (\text{Equação 2})$$

O material constituinte do corpo é irrelevante para esta questão. Desta equação, os valores do comprimento de onda vêm em metros, mas podem converter-se para nanómetros, dado que $1 \text{ m} = 10^9 \text{ nm}$). A título de curiosidade, utilizemos esta lei para determinar os valores de $\lambda_{\text{máx}}$ para diferentes temperaturas, mostrando-se os resultados no quadro seguinte.

Temperatura absoluta	Temperatura Celsius	$\lambda_{\text{máx}}$	Domínio espectral de $\lambda_{\text{máx}}$ / Nota informativa
309,65 K	36,5 °C	9359 nm	Infravermelho. Esta é a temperatura do corpo humano saudável (*)
1 173,15 K	900 °C	2470 nm	Infravermelho. Temperatura de um prego aquecido à chama (**)
2 000 K	(♦)	1449 nm	Infravermelho
3 000 K	(♦)	966 nm	Infravermelho
3 300 K	(♦)	878 nm	Infravermelho próximo. Temperatura de Betelgeuse (***)
5788 K	(♦)	501 nm	Verde-azulado. Temperatura do Sol (****)
12 100 K	(♦)	240 nm	Ultravioleta. Temperatura de Rigel (β <i>Orionis</i>) (*****)
22 000 K	(♦)	132 nm	Ultravioleta. Temperatura de Bellatrix (γ <i>Orionis</i>)
30 000 K	(♦)	97 nm	Ultravioleta. Temperatura de Mintaka (δ <i>Orionis</i>)

(♦) – Não foi aqui indicada a temperatura Celsius por não ter interesse para a tabela acima.

(*) – O pico da radiação emitida por um prego “em brasa” verifica-se no infravermelho, mas devido ao facto de esta emissão se fazer também em outros comprimentos de onda, há radiação suficiente (embora fora do pico) para impressionar a nossa visão; por isso conseguimos ver o prego a emitir luz vermelho-cereja.

(**) – À nossa temperatura habitual de 36,5 °C (309,65 K) também emitimos radiação, mas no infravermelho. E num estado febril (40 °C = 313,15 K), o pico de emissão desloca-se de 9359 nm para 9254 nm, ou seja, o comprimento de onda da radiação de pico reduz-se em 105 nm, de acordo com a lei de Wien.

(***) – Betelgeuse (α *Orionis*) emite 85% da sua radiação no infravermelho.

(****) – O máximo de emissão electromagnética do Sol verifica-se no domínio do verde, mas não o vemos verde por razões que serão adiante referidas neste artigo.

(*****) – Rigel emite 60% da sua radiação no ultravioleta.

O pico de emissão electromagnética de um corpo aquecido verifica-se no comprimento de onda dado pela lei de Wien, mas deve ficar claro que *não é só nesse comprimento de onda* que o corpo emite radiações electromagnéticas. É por isso que, por exemplo, podemos ver estrelas que apresentam a máxima emissão no ultravioleta, ou no infravermelho, sendo a nossa retina impressionada pela restante radiação que, embora fora do pico, ainda é considerável. A observação da Fig. 2 permite-nos algumas conclusões interessantes:

1. As curvas de radiação do corpo negro têm forma característica em “bossa de camelo”, assimétrica, e tornam-se mais abruptas para maiores temperaturas.
2. O perfil espectral para uma dada temperatura corresponde a um comprimento de onda específico onde se verifica a máxima emissão, e vice-versa.
3. À medida que a temperatura do corpo aumenta, o comprimento de onda do pico de radiação diminui, isto é *desloca-se* para a esquerda do gráfico (lei do deslocamento de Wien).
4. A intensidade ou fluxo da radiação emitida, para todos os comprimentos de onda, aumenta à medida que a temperatura do corpo negro aumenta (as curvas correspondentes a maior temperatura, ficam totalmente acima das que correspondem a temperaturas menores). Por outras palavras, seja qual for o comprimento de onda que se considere, a emissão electromagnética é sempre maior, nesse comprimento de onda, para um corpo negro a temperatura mais alta.
5. A energia total radiada (área por baixo de cada curva) aumenta rapidamente quando a temperatura aumenta (lei de Stefann-Boltzmann).
6. Embora a energia emitida fora do pico decresça quando dele nos afastamos, quer para os menores quer para os maiores comprimentos de onda, a cada temperatura acima do zero absoluto a energia é emitida em todos os comprimentos de onda (as curvas do corpo negro nunca tocam o eixo horizontal)

3. Percepção visual da cor

O *espectro visível* estende-se aproximadamente de 380 nm a 760 nm, diferindo ligeiramente de indivíduo para indivíduo e de acordo com a fonte que se consulte. A percepção visual da cor é um processo complexo no caso de emissões cobrindo, na radiação visível, um intervalo extenso de comprimentos de onda; porém, para radiações monocromáticas ou quase monocromáticas é relativamente consensual a seguinte correspondência entre cores e comprimentos de onda.

Cor	Comprimento de onda no vácuo /nm	Comprimento de onda no centro do intervalo /nm	Frequência/ THz (1 THz = 1×10^{12} Hz)
Vermelho	700 — 635	668	430 — 480
Laranja	635 — 590	612	480 — 510
Amarelo	590 — 560	575	510 — 540
Verde	560 — 520	540	540 — 580
Azul	520 — 450	485	580 — 670
Violeta	450 — 400	425	670 — 750

Escolhendo o “centro do intervalo” espectral que corresponderia à percepção visual da cor verde (540 nm = 540×10^{-9} m), obtemos, pela lei de Wien

$$540 \times 10^{-9} = \frac{2,898 \times 10^{-3}}{T}$$

e conseqüentemente $T = 5366,7$ K. Seria esta a temperatura de uma estrela que emitiria o seu máximo de radiação espectral no verde “central”, ou seja uma temperatura ligeiramente menor do que a da superfície do Sol $T_{\text{Sol}} = 5778$ K). A questão é esta: porque razão não *vemos* estas estrelas como verdes? Porque não interpretamos visualmente a sua cor como verde? É certo que superfícies a esta temperatura não emitem só no verde, mas distribuem a sua energia pelos vários comprimentos de onda como se mostra na Fig. 2.

A retina humana funciona num sistema RGB (**V. Nota 2**), com sensores (cones) de três tipos, sensíveis ao vermelho (**Red**), ao verde (**Green**) e ao azul (**Blue**). É claro que cada tipo de cone não é sensível à luz de um só comprimento de onda: a sensibilidade espectral de cada tipo de cone segue as curvas indicadas na Fig. 3. E a síntese de cores é aditiva.

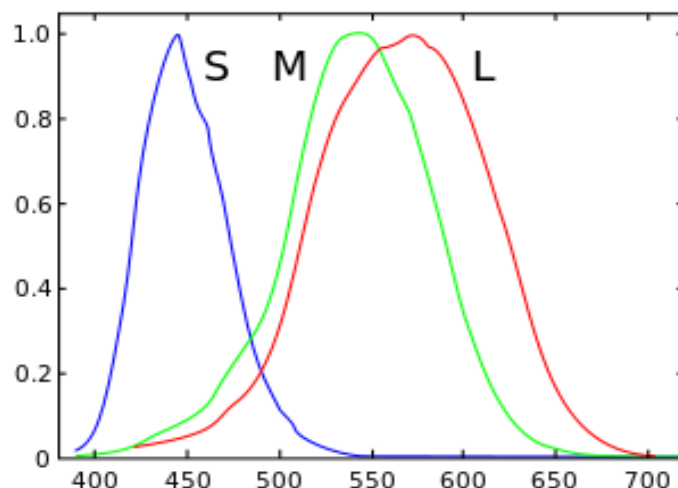


Fig. 3. Respostas normalizadas das células cónicas da retina humana a estímulos monocromáticos de diferentes comprimentos de onda. Os picos de sensibilidade dos três tipos de cones verificam-se em 440 nm (azul), 540 nm (verde) e 570 nm (vermelho). Neste gráfico, S (*short*) corresponde ao azul, M (*medium*) corresponde ao verde e L (*long*) corresponde ao vermelho.

Fonte: <https://en.wikipedia.org/wiki/Color>

A capacidade dos seres humanos para distinguir cores baseia-se na sensibilidade diferenciada destes três tipos de cones por vezes chamados, por pura comodidade de linguagem, “cones azuis”, “cones verdes” e “cones vermelhos”. A luz, independentemente da sua complexidade espectral (seja monocromática seja policromática) é reduzida pelo olho a três componentes cromáticas. Para cada posição no campo visual, os três tipos de cones enviam ao cérebro três sinais baseados na intensidade do estímulo que cada um deles recebeu.

A curva de resposta em função do comprimento de onda varia consoante o tipo de cone considerado. Note-se que há sobreposição parcial das curvas (Fig. 3), pelo que, para alguns comprimentos de onda, mais do que um cone será excitado. E fótons de comprimentos de onda aproximadamente entre 450 nm e 500 nm conseguem accionar significativamente os três

tipos de cone. Não é possível estimular apenas os cones “verdes”, dado que, para esses comprimentos de onda, os cones “azuis” e “vermelhos” serão inevitavelmente estimulados, em maior ou menor grau. Estima-se que, com a combinação diversificada dos estímulos dos três cones, com diferentes estímulos por cone, os seres humanos possam distinguir cerca de dez milhões de cores.

A sensibilidade visual humana à luz de diferentes comprimentos de onda, considerando a resposta *global* dos três tipos de cones mostra-se na Fig. 4. A curva verde traduz a situação: sob iluminação muito baixa (visão escotópica), em que o olho não discrimina cores; a curva preta — a que nos interessa neste artigo — refere-se a condições de iluminação suficiente para estimular todos os cones (visão fotópica), permitindo a visão de cores. Os picos de sensibilidade são respectivamente de 507 nm e 555 nm.

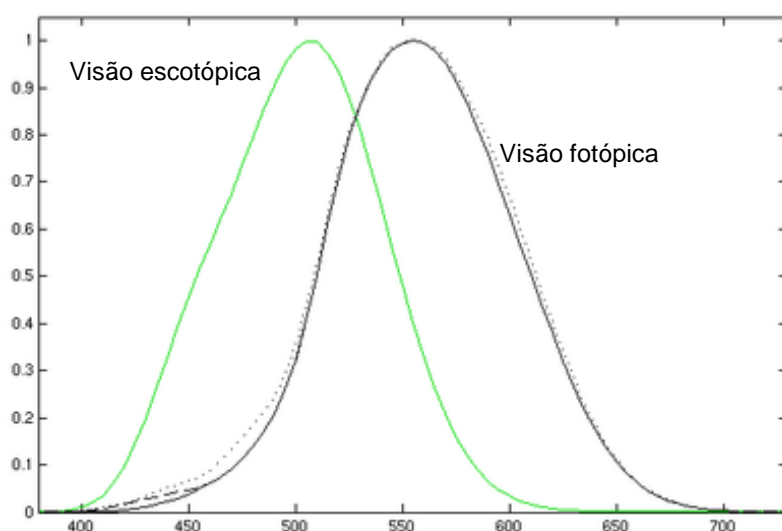


Fig. 4. Sensibilidade espectral humana na visão escotópica e na visão fotópica (V. nota 2).
Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/Luminosity_function

4. Conclusão

Uma estrela candidata a “estrela verde”, isto é, com uma temperatura tal que o máximo da sua emissão electromagnética se faça no domínio do verde, emitirá a maior parte dos seus fótons nestes comprimentos de onda (interpretados como luz verde), o que excitará, embora em menor grau os cones “azuis” e os cones “verdes” (como se vê na Fig. 3); por outro lado, devido à continuidade do espectro emitido, uma estrela “verde” ainda emite marginalmente bastantes fótons no domínio da luz azul e vermelha (embora a emissão seja menos intensa que a de pico), que irão impressionar os cones sensíveis a estas cores. Deste modo produzir-se-á, globalmente, a sensação de luz branca.

Por outras palavras, dado que uma “estrela verde” não emite apenas luz verde, o resultado final será a percepção visual de luz branca. Este fenómeno está sintetizado na chamada *curva de Kruithof*, que descreve as alterações de percepção de cor como função da temperatura e intensidade dos estímulos visuais (V. nota 3). Há ainda uma ferramenta interactiva, que o utilizador pode manipular a seu gosto, onde se faz variar a temperatura, deslocando um cursor, observando ao mesmo tempo a curva de emissão electromagnética do corpo negro (para essa temperatura escolhida) e a percepção visual de cor que daí resulta, entre 300 K e

9255 K (**V. nota 4**). O verde nunca aparece. Alguns observadores referem que ao observar Antares (α *Scorpii*), a companheira de Antares (Antares B) lhes parece verde, mas aí temos meramente um fenómeno de percepção distorcida, por contraste com a estrela principal, Antares A, alaranjada. É como o cinzento-claro, que *parece* branco quando está rodeado de preto.

E quanto às estrelas de outras cores? Por exemplo, a cor alaranjada, de estrelas como Arcturo (α *Böotis*) ou Betelgeuse (α *Orionis*) activa os cones “vermelhos” muito mais do que os cones “verdes”, mas *não activa os azuis* e o observador dirá que está a ver a cor laranja. Se forem só os cones “verdes” e “vermelhos” a ser impressionados pela luz, o observador interpreta essa sensação como cor amarela (**v. nota 5**).

Em face que se acaba de referir, como se explica que inserindo um filtro verde no percurso da luz branca se veja a cor verde? A resposta reside no facto de um filtro verde (ou uma superfície reflectora pintada de verde) deixar passar (ou reflectir) uma faixa estreita de comprimentos de onda, de modo que os cones azuis e vermelhos sejam pouco estimulados devido à selectividade do filtro, que atenua bastante a luz de comprimentos de onda que iriam estimular os cones “azuis e “vermelhos”.

E as nebulosas? Como é e as vemos verdes? Qualquer pessoa que já tenha observado, por exemplo, a nebulosa de Oriente (M 42) através de um telescópio de razoável abertura ($D > 120$ mm), num local com pouca poluição luminosa, reparou certamente que esta nebulosa mostra um tom verde encantador; e isso parece entrar em contradição com o que já foi referido. Porém, as nebulosas não emitem como corpos negros, nem a sua curva de emissão se assemelha às da Fig. 2. Na verdade, as nebulosas emitem em riscas espectrais características dos átomos ionizados presentes e essa emissão faz-se segundo um espectro de riscas (e não de um espectro contínuo como sucede com o corpo negro). Nas “nebulosas verdes”, esta percepção de cor deve-se à emissão do oxigénio duplamente ionizado (O^{2+}), normalmente designado OIII em espectroscopia. Tal emissão deve-se a transições de electrões entre diferentes níveis de energia, resultando na emissão em riscas espectrais de *comprimentos de onda específicos*, neste caso de 500,7 nm e 495,9 nm, a que corresponde a cor que interpretamos como verde (**V. nota 6**).

Quem observa regularmente o céu nocturno, nas diferentes épocas do ano, está habituado a ver estrelas de diferentes cores. Numa noite escura, sem Lua visível, a paleta de estrelas é ampla: Em Dezembro ou Janeiro, veja-se Betelgeuse (α *Orionis*), a brilhar em tom vermelho alaranjado no ombro esquerdo do Caçador; e Rigel (β *Orionis*) a faiscar de azul no seu joelho direito. Pouco depois, Capela (α *Aurigae*), mais alta no céu, ostentará uma bela cor amarela. Se o leitor está em Julho, procure Vega (α *Lyrae*), na sua pura brancura e, mais abaixo, a brilhante Antares (α *Scorpii*) revela a cor laranja-avermelhada do coração do temível Escorpião. É bem claro que as estrelas mais ténues parecem brancas, mas as mais brilhantes, como as agora referidas, revelam cores variadas mesmo a olho nu. Vermelho, laranja, amarelo branco, azul... E então salta a grande pergunta: *Onde param as estrelas verdes?* Em nenhuma época do ano vemos estrelas verdes. Foi a esta pergunta que procurei responder neste artigo Este ter contribuído para o esclarecimento desta questão tão interessante quanto aparentemente misteriosa.

[Por decisão pessoal, o autor não escreve segundo o novo Acordo Ortográfico de 1990 (AO 1990)].

NOTAS E INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

(1) Um corpo negro é uma idealização física, correspondendo a um corpo cumpre duas exigências:

- a) não reflecte nenhuma radiação electromagnética que nele incida (factor de reflexão nulo);
- b) para uma dada temperatura, um corpo negro emite mais radiação electromagnética do que qualquer outro à mesma temperatura, para qualquer comprimento de onda da radiação emitida.

A maior parte dos corpos com que lidamos no dia-a-dia reflectem uma fracção, ainda que pequena, da radiação que recebem; e emitirão menos radiação do que um corpo negro que esteja à mesma temperatura; a sua emissividade é inferior a 1 e são, por isso mesmo, conhecidos como *corpos cinzentos*. Dá-se o nome de emissividade de uma superfície à razão entre a potência emitida por unidade de área dessa superfície e a emitida por unidade de área de um corpo negro à mesma temperatura. Os leitores interessados podem obter-se mais esclarecimentos sobre o conceito de corpo negro em

<http://astronomy.swin.edu.au/cosmos/B/Blackbody+Radiation>

(2) Além das células cónicas, que permitem a visão fina e a percepção de cor, a retina humana possui também células cilíndricas conhecidas como bastonetes, que se especializaram na visão sob iluminação muito baixa. Consoante a luminância (brilho) dos objectos observados, distinguem-se três modos de visão do olho humano:

- *visão fotópica*: 10 a 10^8 cd/m², com pico de sensibilidade a 555 nm, apenas assegurada por bastonetes; a luminância mede-se em candelas por metro quadrado (símbolo: cd/m²);
- *visão mesópica*: entre 0,001 e 3 cd/m²; situação intermédia com funcionamento simultâneo de cones e bastonetes;
- *visão escotópica*: 0,001 e 0,000001 cd/m², com pico de sensibilidade a 505 nm, funcionando apenas os cones e assegurando visão fina com boa percepção cromática.

(3) A curva de Kruithof pode ser acedida no link https://en.wikipedia.org/wiki/Kruithof_curve

(4) Esta interessante ferramenta interactiva, disponibilizada *online* pela Universidade do Colorado, permite explorar o espectro de vários corpos negros a temperaturas entre 300 K e 9255 K e está acessível no link http://phet.colorado.edu/sims/blackbody-spectrum/blackbody-spectrum_en.html

(5) O leitor pode encontrar um interessante simulador da síntese aditiva de cor pela retina no seguinte link: https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_en.html

(6) Mais informação em https://en.wikipedia.org/wiki/Doubly_ionized_oxygen

Observação do Trânsito Solar da Estação Espacial Internacional (20170408)

Pedro Ré, Paulo Sérgio Pereira, Carlos Neves e Carlos Tenente

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

A observação de trânsitos da estação espacial internacional (ISS), solares ou lunares, requer um planeamento adequado e uma preparação prévia da observação e/ou da sessão de obtenção de imagens.

Observar a passagem da ISS no período noturno ou crepuscular é relativamente fácil. Registrar trânsitos da ISS solares ou lunares reveste-se de maior dificuldade.

Existem diversos programas na internet e aplicações para *smartphones* que permitem determinar a data e hora da passagem da ISS para uma determinada localidade:

<https://spotthestation.nasa.gov/sightings/> (NASA | *Spot the Station*)

<http://issfinder.com/> (ISS Finder | *iTunes Free Download*)

<https://www.microsoft.com/en-us/store/p/iss-finder/9nblggh51634> (ISS Finder | Windows)

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.runar.issdetector&hl=en> (*ISS Detector Satellite Tracker*)

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.polilabs.issonlive&hl=fr> (*ISS onLive*)

<http://www.issdetector.com/> (*ISS Detector*)

<http://www.isstracker.com/> (*ISS Tracker*)

(...)

A detecção de trânsitos lunares ou solares pode igualmente ser determinada recorrendo a freeware e aplicações para *smartphone* específicas:

<http://transit-finder.com/> (*ISS Transit Finder*)

<http://www.heavens-above.com/> (*Heavens Above*)

<https://www.calsky.com/> (*Calk Sky*)

Thierry Legault é o astrofotógrafo francês que registou até ao momento mais trânsitos de satélites. No seu site <http://www.astrophoto.fr/> é possível ver muitas imagens de enorme qualidade.

Um dos mais interessantes é sem dúvida o registo de um trânsito solar triplo (Mercúrio, ISS e avião) (20160616) <http://www.astrophoto.fr/mercury-transit-2016.html>.

A observação do trânsito da ISS em frente ao Sol, descrita neste artigo, foi efectuada próximo do aeródromo de Évora no dia 8 de Abril de 2017. Todos os cálculos foram previamente efectuados por um dos autores (Paulo Sérgio Pereira) recorrendo ao software *Heavens Above* e *ISS Transit Finder* (Figura 1 a 3).

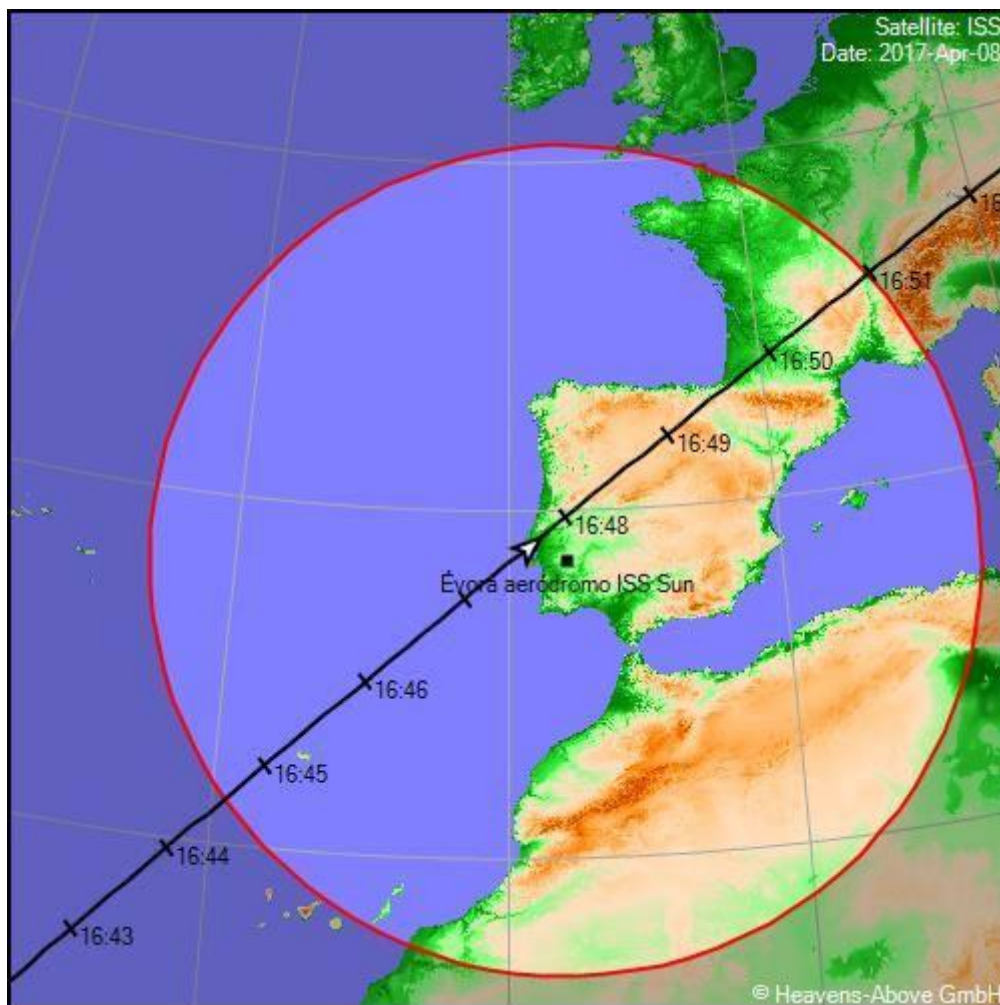


Figura 1 – Trânsito Solar ISS (20170408) | Évora, Portugal. Heavens Above <http://www.heavens-above.com/>

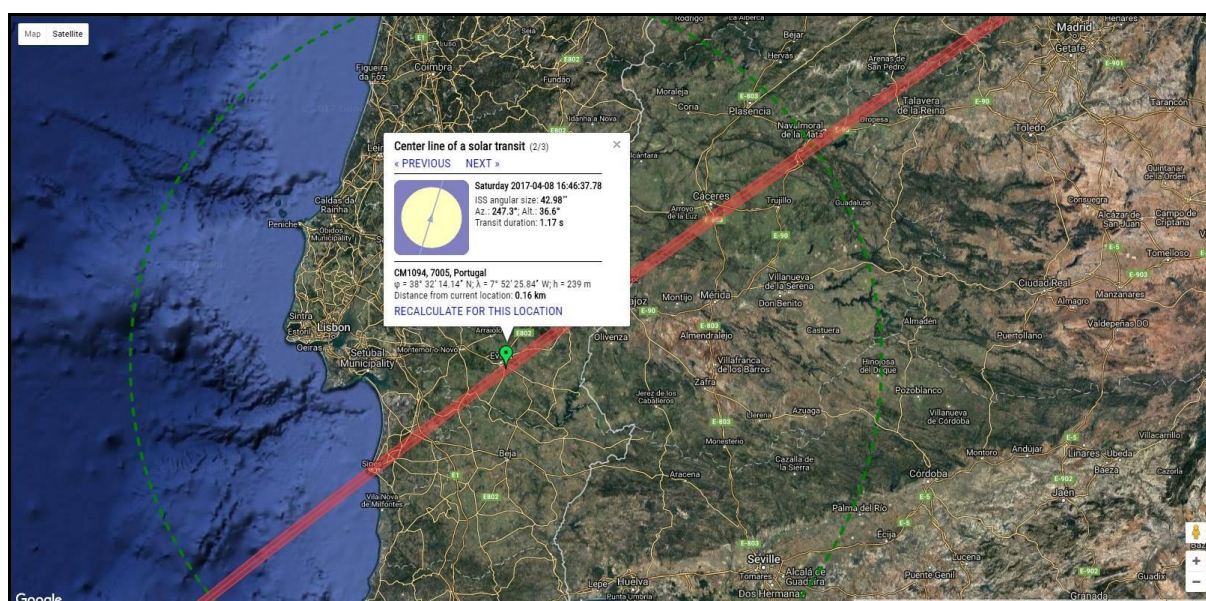


Figura 2 – Trânsito Solar ISS (20170408) | Évora, Portugal. Transit Finder <http://transit-finder.com/>

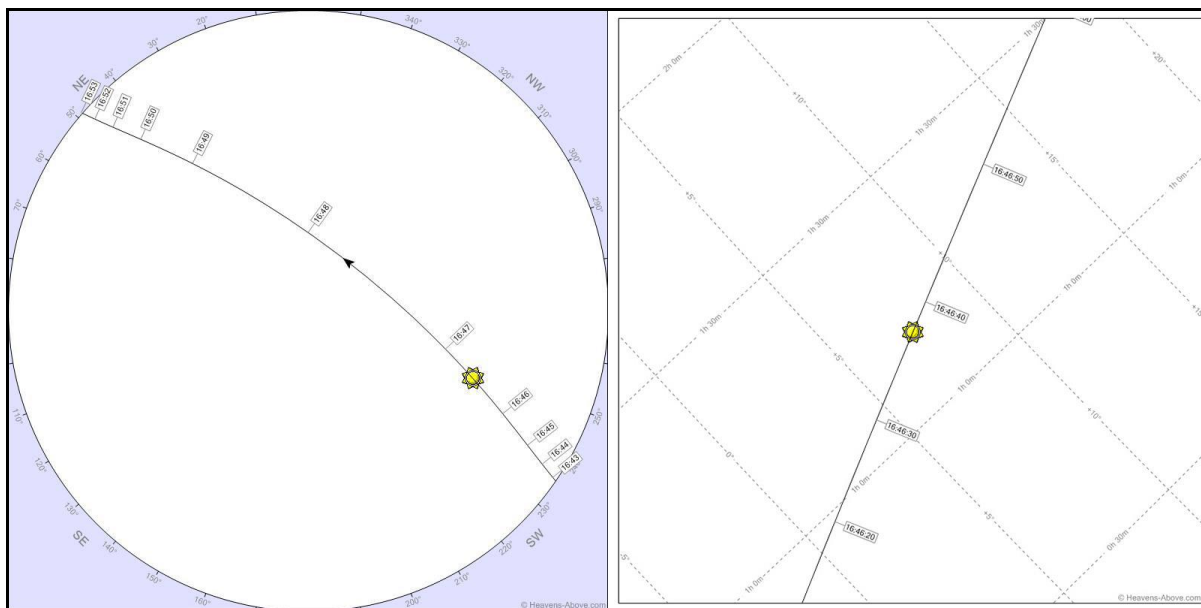


Figura 3 – Trânsito Solar ISS (20170408) | Évora, Portugal. *Heavens Above* <http://www.heavens-above.com/>

A observação da nossa estrela reveste-se de inúmeros perigos se não cumprimos regras elementares de segurança. O Sol só pode ser observado sem qualquer prejuízo irreversível para os nossos olhos se recorremos ao uso de filtros adequados. A maioria dos construtores recorre ao uso de crómio ou de alumínio depositado em camadas extremamente finas de modo a atenuar a radiação na região do visível e do infravermelho próximo. Um filtro solar seguro transmite menos de 0,003% (densidade aproximada de 4,5) da luz visível (380 a 780 nm) e não mais de 0,5 % (densidade aproximada de 2,3) no infravermelho próximo (780 a 1400 nm).

Os filtros seguros para observar e fotografar o Sol são bem conhecidos: (i) Filtros de soldador (Din 14); (ii) Filtros Mylar; (iii) Filtros Thousand Oaks; (iv) Filtros Baader Planetarium (Astrosolar TM). A utilização de películas fotográficas veladas a preto e branco ou coloridas, como filtros solares não é aconselhada. Do mesmo modo não é segura a utilização de vidros fumados, óculos de Sol (um ou vários pares), filtros fotográficos de densidade neutra, filtros polarizantes e CD-Roms.

A utilização de prismas de Herschel permite observar o Sol em total segurança. Apesar de só recentemente terem surgido no mercado diversos prismas de Herschel, a sua invenção é atribuída ao astrónomo John Herschel (1792-1871). Os prismas de Herschel têm uma forma de cunha com um ângulo próximo dos 23° que contrasta com os 90° graus de um prisma usualmente utilizado como diagonal num telescópio refractor ou catadióptrico.

A observação do trânsito foi efectuada recorrendo a diversos instrumentos (Figuras 4 a 6):

- 1- Refractor Pentax 75 SDHF F/6.7, 1 ¼" Herschel Wedge, Sky-Watcher Star Adventurer, GRASSHOPPER 3 2.8 MP MONO (GS3-U3-28S4M-C) | Pedro Ré
- 2- SCT 8", Sony a7RII, filtro Baader AstroSolar | Paulo Sérgio Pereira
- 3- Câmaras digitais (Canon Powershot SX50 HS, Nikon P900) filtro Baader AstroSolar | Carlos Neves e Carlos Tenente.



Figura 4- Pentax 75 SDHF F/6.7, Sky-Watcher Star Adventurer, GRASSHOPPER 3 2.8 MP MONO (GS3-U3-28S4M-C)



Figura 5- Pentax 75 SDHF F/6.7, Sky-Watcher Star Adventurer, GRASSHOPPER 3 2.8 MP MONO (GS3-U3-28S4M-C).



Figura 6- SCT 8" F/10, câmaras digitais.

As condições de observação foram excelentes, boa transparência, baixa turbulência (bom *seeing*). A duração do trânsito foi de apenas 1,17 s.

Nos links abaixo indicados podem ser encontradas algumas imagens e vídeos do trânsito:

Pedro Ré | ISS Solar Transit (20170408). PENTAX75 F/6.5, PGR Grasshopper 3

http://re.apaaweb.com/iss_solar_transit_20170408.gif (gif animado)

<https://youtu.be/ZFudS2qB8hE> (Youtube Video)

Paulo Sérgio Pereira | ISS Solar Transit (SCT 8")

<https://www.youtube.com/watch?v=cghB2XaPAIc> (Youtube Video)

Carlos Neves | Canon Powershot SX50 HS

<https://www.facebook.com/cjpneves/videos/1929526573947921/> (Youtube Video)

<https://www.facebook.com/groups/CitizenSTEMandAstronomyClub/permalink/823760521112581/>

Carlos Tenente | Nikon P900

https://www.youtube.com/watch?v=YtwWz_jhlaw (Youtube Video)

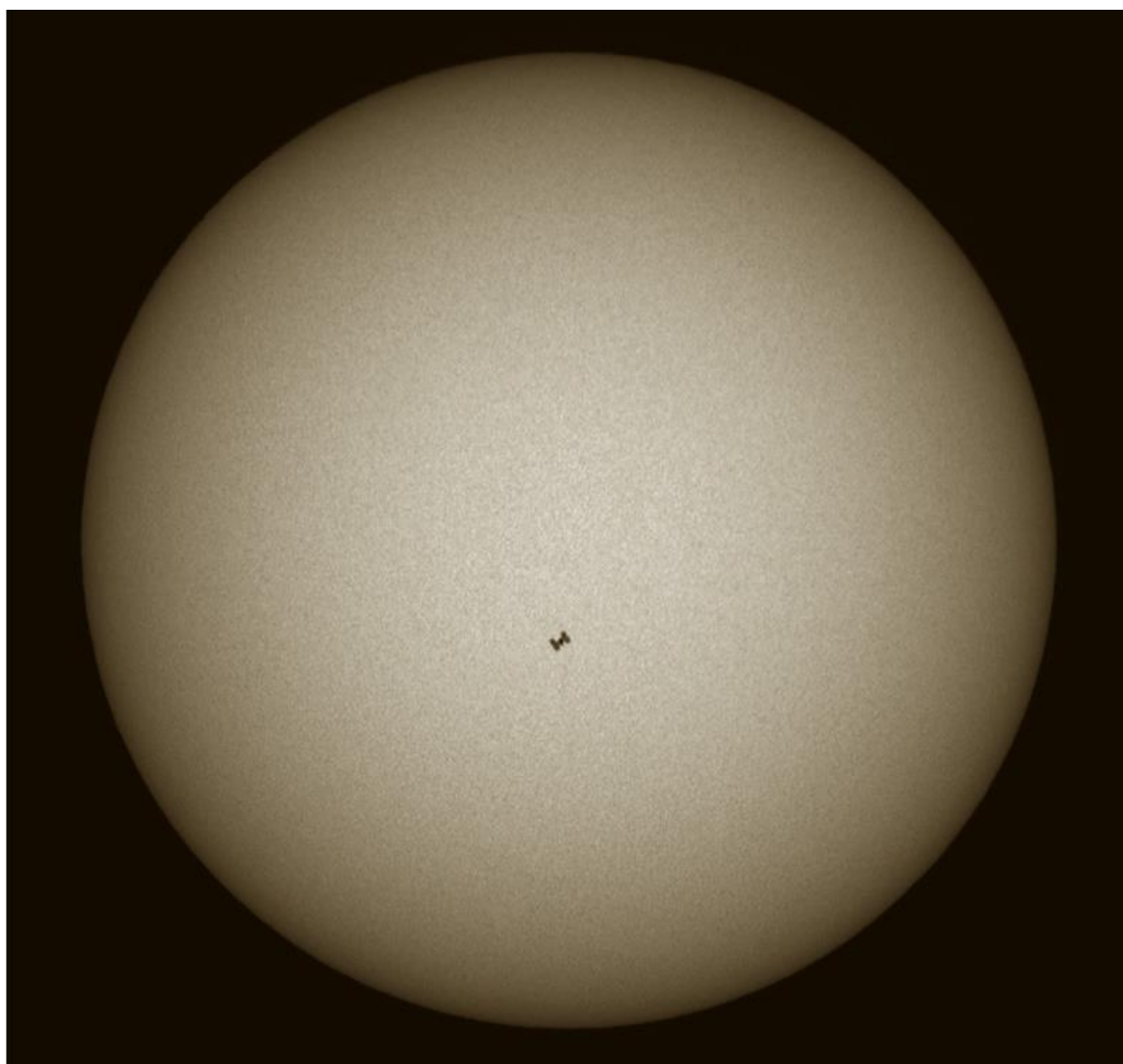


Figura 7 - Pedro Ré | ISS Solar Transit (20170408). PENTAX75 F/6.5, PGR Grasshopper 3.

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>



