

5º ENCONTRO DE ASTRÓNOMOS AMADORES (LISBOA, 30 DE ABRIL DE 2005)

Pedro Ré e Guilherme de Almeida

Decorreu no dia 30 de Abril de 2005), nas instalações do Colégio Militar (CM), em Lisboa, o 5º Encontro de Astrónomos Amadores (EAA-5) realizado pela Associação Portuguesa de Astrónomos Amadores (APAA). O referido encontro surge na sequência de três anteriores, realizados em 1999 (Faro, Parque Natural da Ria Formosa, 20/21 de Março), 2001 (Sta. Maria da Feira, Visionarium, 24/25 de Março) e 2003 (Avis, Auditório Municipal, 26/27 de Abril).

Todos os encontros foram subordinadas ao mesmo tema unificador "*Astronomia de Amadores em Portugal*". Pretendeu-se reunir os astrónomos amadores portugueses e promover o intercâmbio de ideias e a troca de experiências acumuladas. O EAA-5 foi constituído por comunicações sobre astronomia de amadores com uma duração de 15 min seguidas de um curto debate (ver caixa com o programa do encontro).

As comunicações decorreram sem alterações ao programa e a participação foi elevada tendo sido colocadas inúmeras questões no seguimento de cada intervenção. As diversas pausas para café e o almoço, que também decorreu nas instalações do Colégio Militar, permitiram uma ampla troca de impressões entre os participantes.

O EAA-5 decorreu num ambiente muito descontraído e agradável, propício à ampla discussão dos temas abordados. As instalações do Colégio Militar foram uma das razões para o sucesso do nosso encontro. O auditório e espaços exteriores, onde decorreram todas as actividades, revelaram-se uma enorme mais valia. As condições de trabalho (meios audiovisuais, instalações adjacentes ao auditório, bar, espaço para revendedores) não podiam ter sido melhores.

Durante o encontro estiveram representadas no local três firmas revendedoras de material de observação astronómica (telescópios e acessórios), que expuseram o seu material e prestaram esclarecimentos sobre o mesmo. Foram igualmente realizadas sessões de demonstração de material utilizado pelos astrónomos amadores (*e.g.* instrumentos de observação, equipamento, software, etc). No encontro também esteve patente uma exposição de fotografias astronómicas realizadas por astrónomos amadores portugueses.

Como conclusão podemos afirmar que o 5EAA foi um verdadeiro sucesso. O número de participantes foi superior a uma centena. No final do encontro foram sorteados cerca de 30 livros publicados em Portugal sobre astronomia de amadores.

A Associação Portuguesa de Astrónomos Amadores realça a amável disponibilidade manifestada pela direcção do CM ao acolher o EAA-5 nas suas óptimas instalações. Reconhece ainda a colaboração que recebeu por parte do Sr. Leonel Tomás (no anfiteatro) e do Sr. Mário Couzinho (pelo almoço servido com requinte aos participantes no evento). Já com 202 anos de existência, o Colégio Militar localiza-se no Largo da Luz, em Lisboa (telef. 217 142 171), e fornece um ensino de elevada qualidade do 5.º ao 12.º ano de escolaridade, em regime de internato. Contrariamente ao que muitas pessoas supõem, o CM, tutelado pelo Ministério da Defesa, não se destina apenas a filhos de militares (que são menos de 1/3 da sua população escolar) nem os seus alunos têm de seguir uma carreira militar (só uma escassa minoria segue esse propósito).



Sol (20031029) e Lua (20031108). Takahashi FS128 F/8.1 e C14, FujiFilm S1 Pro. Pedro Ré (2003)

PROGRAMA

5º ENCONTRO DE ASTRÓNOMOS AMADORES

9:00/10:30h — Recepção dos participantes

10:30h — Sessão de abertura

COMUNICAÇÕES

1. O que fazer com as observações?

11:00h – 11:20h por Ricardo Nunes & Paulo Coelho (APAA)

2. O que fazer com os mais de 200 000 Asteróides e Cometas?

11:20h – 11:40h por Rui Gonçalves (APAA)

3. Fotografar o céu profundo com o auxílio de filtros de risca (H-alfa).

11:40h – 12:00h por Pedro Ré (APAA)

4. O ruído nas imagens astronómicas.

12:00h – 12:20h por Luís Ramalho (APAA)

5. Colaboração entre Astronomia Amadora e Profissional.

12:20h – 12:40h por Pedro Russo (Centro Multimeios de Espinho/Fundação Navegar)

— Almoço 13:00h – 14:30h

6. Técnicas de obtenção de imagens planetárias.

14:30h – 14:50h por Paulo Casquinha

7. Observações planetárias: o que nos ensina a utilização de filtros.

14:50h – 15:10h por António José Cidadão (APAA)

8. Webcams modificadas.

15:10h – 15:30h por Pedro Mota

— Pausa para café 15:30h - 16:00h

9. Personalidades e telescópios.

16:40h – 17:00h por Guilherme de Almeida (CM e APAA)

10. Observatório Astrohaven nos Açores.

16:00h – 16:20h por Juan Gonçalves (APAA)

11. Um planetário em Mira.

16:20h - 16:40h por David Nunes (APAA)

— Pausa para café 17:00h – 17:30h

12. O Universo visto por ondas rádio.

17:30h – 17:50h por José de Almeida (APAA)

13. C 8 - História de uma lenda.

17:50h – 18:10h por José Matos

14. Mitos no Céu.

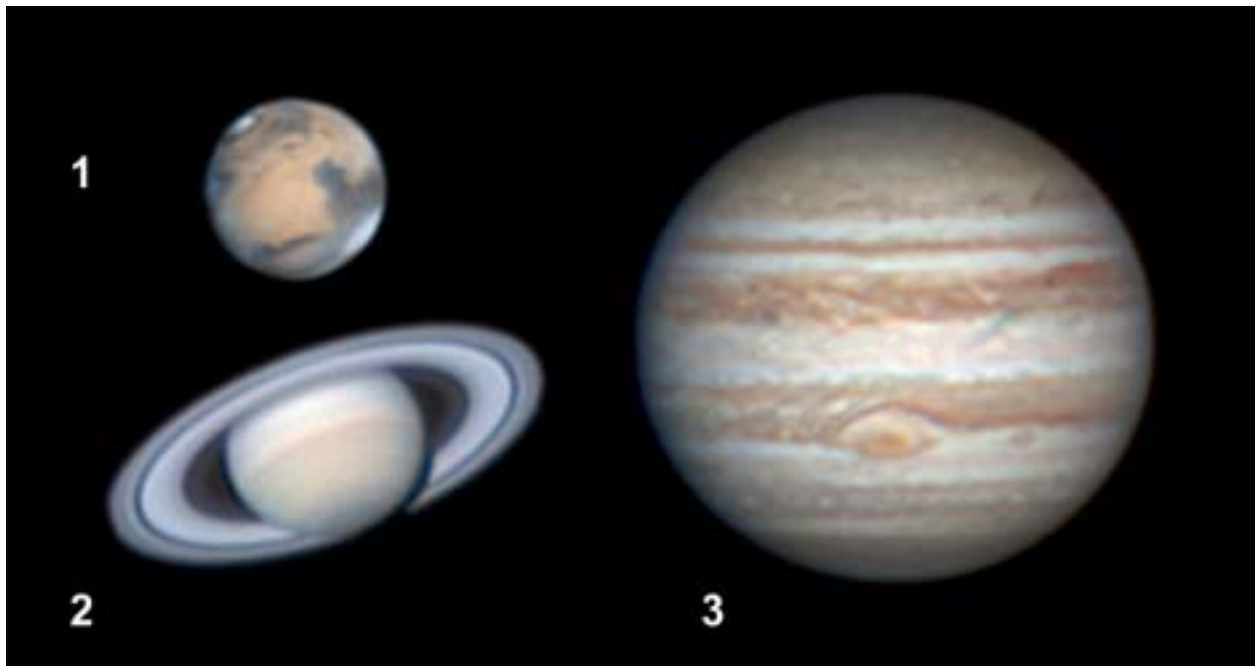
18:10h – 18:30h por António Magalhães (APAA)





Fotografias do 5.º Encontro de Astrónomos Amadores.

Em linhas sucessivas, e da esquerda para a direita, podemos ver os aspectos seguidamente referidos: Mesa da sessão de abertura, onde estão presentes, da esquerda para a direita, Pedro Ré, presidente da APAA, Ernesto Gomes, (professor Decano do CM) e Guilherme de Almeida, professor do CM e membro da APAA; imagem de parte da plateia durante uma das palestras; exposição dos representantes de material de observação astronómica; aspecto parcial da exposição de astrofotografia; palestra de António Cidadão; aspecto parcial do almoço dos participantes, realizado no Corpo de Alunos do CM.



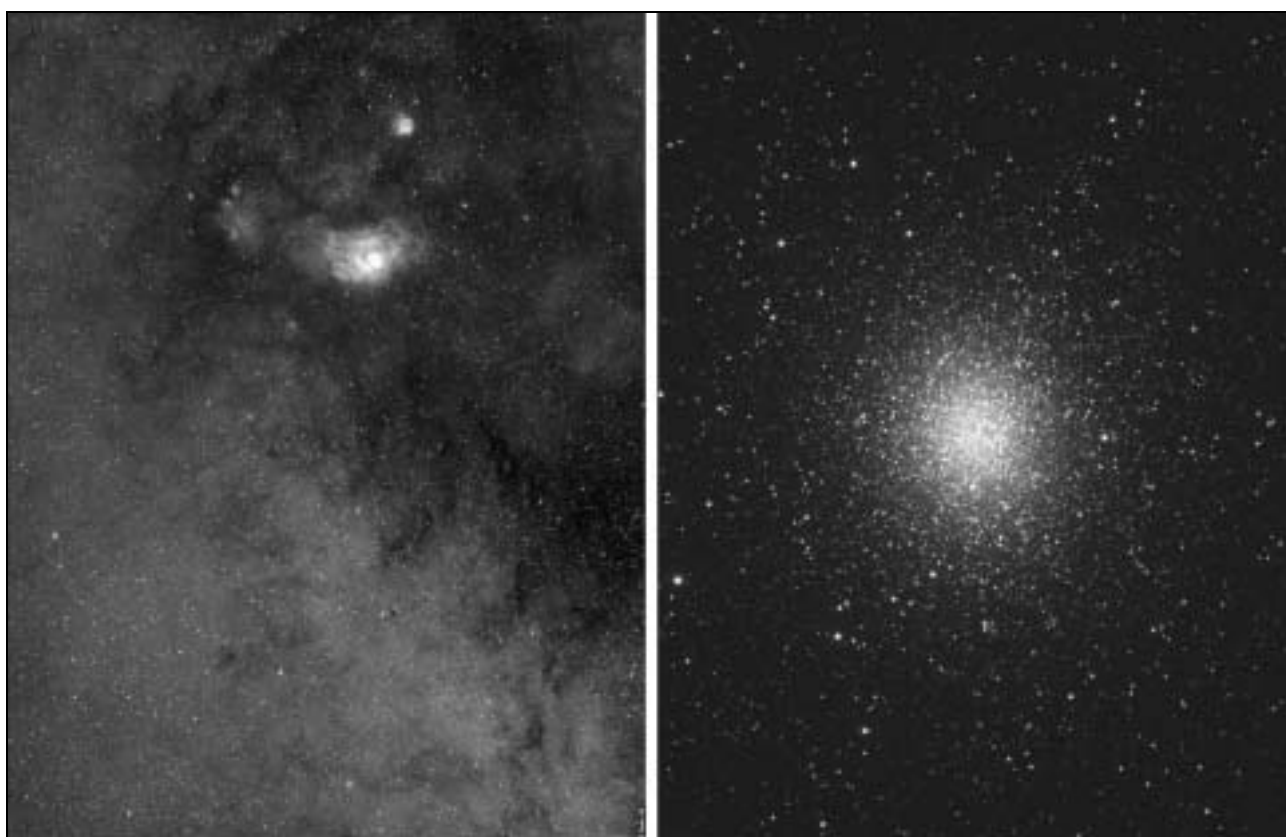
Imagens dos planetas Marte (1), Saturno (2) e Júpiter (3). Telescópio Schmidt-Cassegrain de 254 mm de abertura. António Cidadão.



Lua (20041023), à esquerda. Imagem obtida com um telescópio apocromático *Takahashi FS128 F/8.1*, utilizando uma câmara *Canon EOS 300D*. Pedro Ré (2004). À direita podem ver-se diversas crateras lunares, de cima para baixo: *Aristarchus*, *Hipparchus*, *Cassini* e *Hesiodus*. Telescópio Schmidt-Cassegrain de 254 mm de abertura. António Cidadão.



Nebulosa de Oriente, na constelação do mesmo nome. Telescópio *Takahashi* FS78 f/8.1. SBIG ST-8XE. Luís Ramalho (2004).



O céu no hemisfério Sul. A fotografia da esquerda mostra uma imagem de campo extenso, na constelação do Sagitário. Câmara SBIG ST-10XE, objectiva Zeiss Sonnar 135mm. Pedro Ré (2005). À direita pode ver-se o enxame de estrelas globular *Omega Centauri* (NGC 5139), na constelação do Centauro. Pedro Ré (2003).

O ECLIPSE ANULAR DO SOL DE 3 DE OUTUBRO DE 2005

António Magalhães, Pedro Ré, António José Cidadão, Nuno Crato

A manhã do dia 3 de Outubro de 2005, uma segunda-feira, vai ser marcada por mais um eclipse do Sol. No entanto este tem a particularidade de ser um eclipse anular.

O trajecto deste eclipse será uma estreita faixa que em Portugal atravessa as regiões do Minho, Trás-os-Montes e Alto Douro e que depois de cruzar a Espanha de noroeste para sudeste vai entrar no Mediterrâneo, atingindo então Ibiza no sul das Baleares, após o que segue para o Norte de África (Figura 1 e 2). Neste continente vai começar por ser visível na Argélia, seguindo-se o sul da Tunísia, a Líbia, o Sudão, a fronteira entre o Sudão e o Quênia, alcançando o Oceano Índico na fronteira entre este último e a Somália. Curiosamente, este trajecto ao passar no sul da Líbia vai cruzar o que será percorrido pelo eclipse total do Sol de 29 de Março de 2006. O eclipse terminará sobre o Oceano Índico quando em Portugal continental forem 13:22 (12:22 TUC) embora localmente seja ao cair da noite.

Para observadores situados a norte ou a sul da faixa assinalada no mapa da Figura 3, será apenas um eclipse parcial de amplitude tanto maior quanto mais próximos estiverem dela. No entanto no interior dessa faixa, o espectáculo será naturalmente mais notável. Como parcial, este eclipse irá ser visível da Europa, Ásia Ocidental (em especial no Médio Oriente) e na Índia, assim como de grande parte de África.

Quanto à faixa de anularidade, esta terá início sobre o Oceano Atlântico cerca das 09:41 (hora continental portuguesa) e atingirá o nosso território 10 minutos depois. A fase de anularidade durará cerca de 4 minutos e 11 segundos. No seu máximo, aproximadamente 90% do Sol estará escondido do nosso olhar pela Lua.

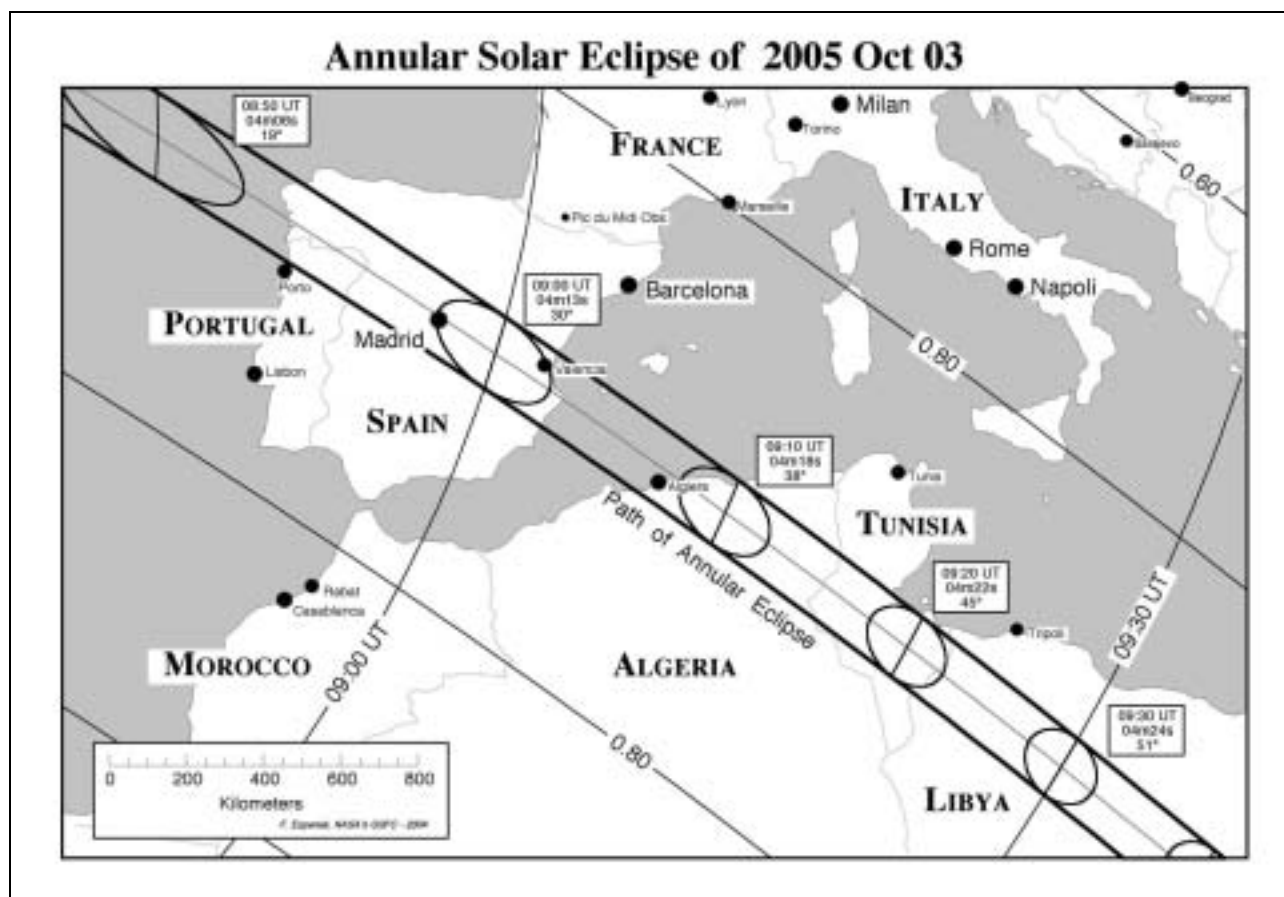


Figura 1- Trajecto do eclipse anular do sol de 3 de Outubro de 2005. Adaptado de "Eclipse Home Page" Fred Espenak, NASA's GSFC, <http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/SEmono/ASE2005/ASE2005.html>

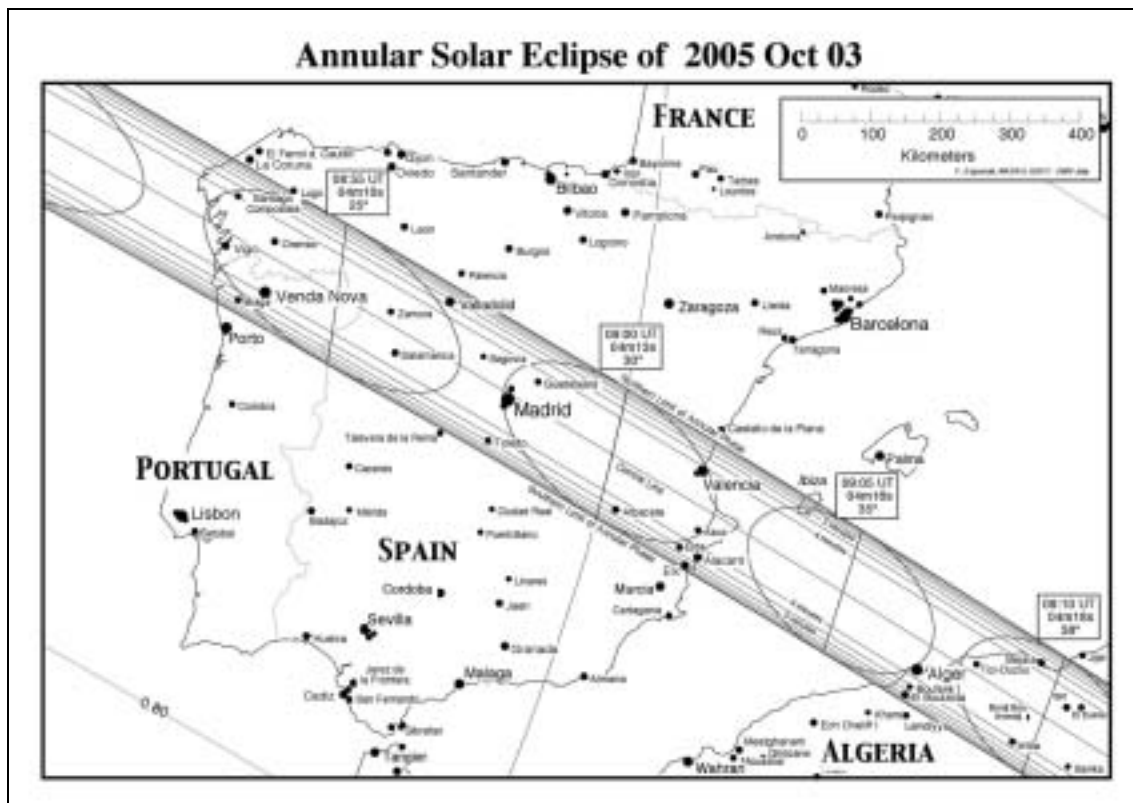


Figura 2- Trajecto do eclipse na Península Ibérica ("Eclipse Home Page" Fred Espenak, NASA's GSFC).

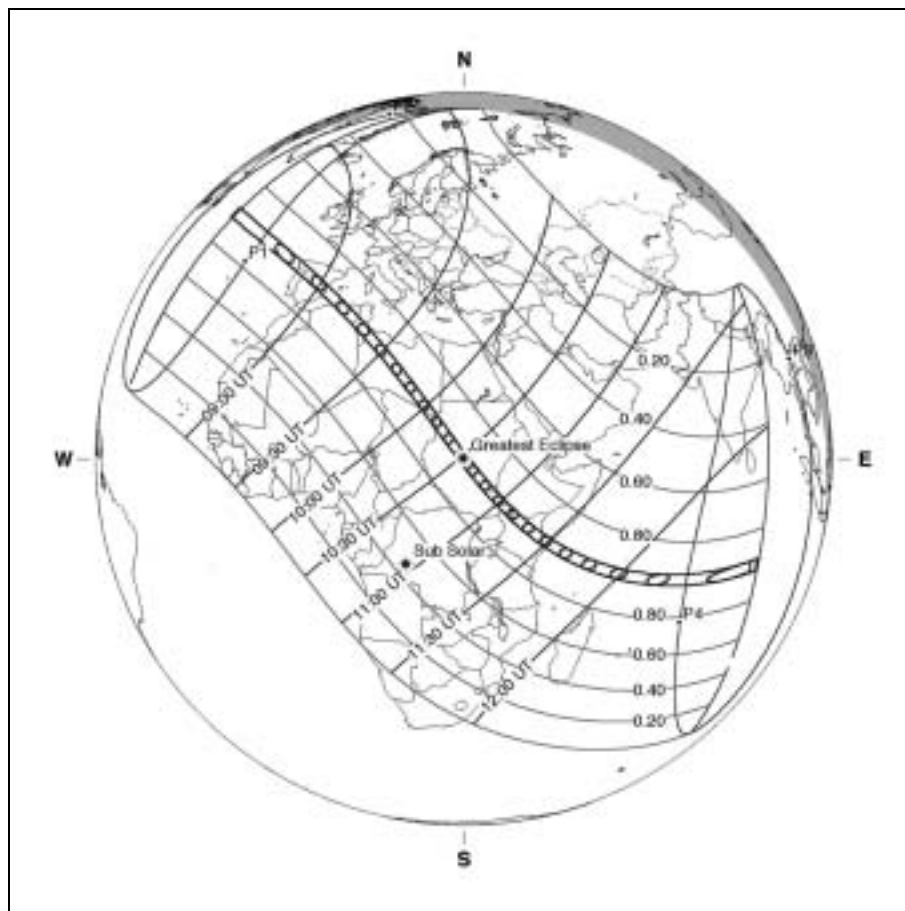


Figura 3- Visibilidade do eclipse ("Eclipse Home Page" Fred Espenak, NASA's GSFC).

O grande motivo de interesse do eclipse de 3 de Outubro de 2005 será a fase de anularidade. Esta estará apenas ao alcance dos observadores localizados dentro da respectiva faixa. No caso deste eclipse essa faixa em nenhum ponto ultrapassará os 138 km de largura e a duração do fenómeno será no máximo de 4 minutos e 32 segundos. Uma vez que esse máximo será atingido na África Oriental, no território português a duração será inferior.

A área do Sol que ficará oculta pela Lua oscila entre os 95% e os 97% e a altura do astro-rei rondará os 25° acima do horizonte.

Como observar o eclipse anular

Observação directa sem recorrer a instrumentos ópticos

Munido de um filtro adequado ou com óculos especiais para observação de eclipses (à venda nas farmácias por exemplo), ou recorrendo a um vidro de soldador (DIN 14). As observações não devem ser prolongadas, pelo que a poderá repetir várias vezes, com a vantagem adicional de adquirir mais experiência.

No momento indicado para o primeiro contacto não poderá ver ainda qualquer sombra. Apenas um pouco depois poderá verificar que começa a deixar de se ver uma parte do disco solar. Essa zona vai aumentando rapidamente. Procure ver se alguma eventual mancha deixa de ser visível.

Não esqueça que, mesmo com filtros seguros, deve desviar os olhos a intervalos regulares, para evitar o excessivo aquecimento da retina. Aproveite as pausas para notar a luminosidade ambiente. Não se esqueça de os recolocar ao voltar a olhar o Sol. Mas acima de tudo: **NUNCA OLHE PARA O SOL SEM USAR FILTROS ADEQUADOS!**

Na altura do eclipse máximo, poderá verificar uma redução da luminosidade ambiente e uma coloração dos objectos (paredes, pavimentos, viaturas, etc.) um pouco diferente do normal. Nos locais onde o eclipse é mais acentuado, poderão mesmo notar-se arrefecimento do ar e algum vento (vento de eclipse).

Repare que a ocultação do disco solar começa no lado do Sol voltado para poente e irá terminar no lado voltado para nascente. Daqui pode concluir para que lado se desloca realmente a Lua no seu movimento de translação em volta da Terra (de oeste para leste).

Observação por projecção simples (sem instrumentos ópticos)

Este método pode ser executado de dois modos: com duas cartolinas e com tubo de cartão. Com cartolina: Para a sua realização basta uma folha de tamanho A4 ou mesmo menor, de cartolina escura, na qual se fez um pequeno orifício circular ao meio. O diâmetro deste não deve ser maior do que o do bico de uma vulgar esferográfica.

Coloca-se a placa perfurada paralelamente ao disco solar, segurando-a com a mão ou de preferência num suporte. Coloca-se a alguma distância outra folha de cartolina, de preferência branca. Alinhando o orifício com a luz proveniente do Sol, faz-se incidir o feixe de luz resultante na superfície branca. Poderá ver-se nitidamente a imagem do Sol e a sua parte oculta pela Lua. Esta imagem pode ser fotografada sem perigo (nunca espreite o sol directamente através do orifício)¹.

Um tubo de cartão, tapado dos dois lados também permite observar o eclipse por projecção. Numa das tampas que deve ser opaca e escura, abre-se um orifício como o referido acima. A outra, pelo contrário convém que seja translúcida, pois nela vamos poder ver o Sol projectado. A única dificuldade é manter o alinhamento do tubo com a direcção dos raios solares.

Projecção através de binóculo ou telescópio

Nesta forma de observação por projecção é utilizado um binóculo ou pequeno telescópio, e em que a imagem obtida, seja projectada numa parede ou numa superfície branca.

Recorde-se que este método implica a exposição do instrumento à luz solar, e que ao concentrar a luz recebida pela objectiva na ocular, provoca aquecimento desta, o que pode ocasionar distorção da imagem. Permite no entanto a observação de muito mais pormenores da superfície solar e uma maior nitidez do limite da zona oculta.

Observação com binóculos ou telescópios

Sendo certo que se podem obter melhorias significativas na riqueza da imagem observada, aumentamos os riscos e consequentemente os cuidados a ter.

Se a observação instrumental do Sol, nomeadamente das suas manchas, é gratificante, no caso de eclipses a observação da eventual ocultação dessas manchas pelo disco lunar, aumenta o interesse. Também é logicamente mais nítida a imagem do Sol a ser oculto pelo nosso satélite. Observar e fotografar o Sol pode ser extremamente perigoso se não forem tomadas as necessárias precauções. A utilização de filtros é mais adequada para a observação ou para a obtenção de fotografias Solares de boa qualidade. Os filtros mais seguros são aqueles que podem ser montados *antes* da objectiva do telescópio (filtros frontais) (Figura 4 e Tabela 1).

¹ A dimensão da imagem projectada do sol é de cerca de 9 mm por cada metro de distância entre o orifício e o ecrã de projecção. É conveniente referir que a dimensão do orifício não deve ser nem muito pequena (imagem solar escura) nem muito grande (imagem solar desfocada).



Figura 4- Filtros frontais para observação e fotografia Solar: 1- *Mylar (Solar skreen)*, montado num telescópio *Takahashi FS60*; 2- *Thousand Oaks*, montado num telescópio *C8*, 3- *Baader Planetarium*, aplicado num telescópio *Takahashi FS102*, 4- *Baader Planetarium*, montado num telescópio *Vixen 102*. Pedro Ré (2001).

Tabela 1- Características dos principais filtros Solares frontais

Tipo de filtro	Constituição	Contraste	Coloração do Sol
<i>Mylar (Solar Skreen)</i>	Polímero aluminizado	Médio	Azulada
<i>Baader Planetarium</i>	Polímero	Elevado	Branca
<i>Thousand Oaks</i>	Vidro aluminizado	Elevado	Alaranjada

COLUNA DE INSTALAÇÃO FIXA (OU NÃO) PARA UMA MONTAGEM VIXEN GP (OU OUTRAS)

Carreira Martins

Desde que tenho um “sítio” numa aldeia no centro do país, resolvi fazer um observatório, embora rudimentar e vou começar pela base para o telescópio e depois virá o abrigo que, muito provavelmente, será do tipo “telhado de correr”. Ora é da coluna/base que aqui venho falar, para o que fui solicitado.

Quando comprei a montagem Vixen GP-DX adquiri também a peça para a montagem que a Vixen vende para aplicação nas suas colunas. Esta peça foi, até agora, encaixada no tripé em madeira que construí, o que já foi objecto dum artigo nesta nossa revista.

Para uma instalação fixa e dado que a coluna Vixen me pareceu muito “magrinha” (a minha mania das coisas pesadas, fortes e feias) decidi arranjar eu a minha coluna.

Assim, comprei um tubo de ferro que encontrei numa loja onde costumo comprar ferragens, com 110 cm de comprimento, parede suficientemente grossa e com cerca de 140 mm de diâmetro muito superior ao da tal Vixen e assim é fácil deduzir que a peça tem também um diâmetro muito inferior. O custo não foi de modo nenhum elevado mas, na verdade já não me recordo (poucas dezenas de €).

Para encaixar nesse tubo a peça, levei-o a um torneiro que fez uma espécie de casquilho em teflon, pois não tinha outro material mais rijo que se adaptasse. Foi metida no tubo com grande aperto e a peça Vixen entra bem justa no seu interior.

O mesmo artífice, abriu um buraco, lateralmente um pouco a baixo da ponta do tubo, para que seja possível meter a mão e aceder à porca que aperta a montagem contra a peça, *o que é essencial*, visto que esse aperto tem de, primeiro, possibilitar alguma folga que permita que a montagem possa ser ajustada na horizontal e só depois, firmemente apertada, então sim, para não permitir mais desvios. Paguei ao torneiro 20 €.

A peça vem com três furos com rosca, na horizontal e a 120 graus, para fixação á coluna do mesmo fabricante. Aproveitei estes furos para apertar a peça no interior do casquilho de teflon, furando o tubo/coluna e metendo 3 parafusos mais compridos, de fora para dentro, com aperto firme, por porcas no interior da peça. Assim estes parafusos, cujos esforços são opostos, não permitem qualquer oscilação por menos rigidez do teflon. Tudo isto se pode ver na foto de pormenor.



Agora é que tem cabimento o “fixa ou não” do título, visto que vou tratar da fixação do conjunto. É óbvio que quem não quer fixo, pode fazer três pés num qualquer perfil de ferro, em triângulo rectângulo assentes pelo cateto mais comprido e aparafusados ao tubo pelo mais curto o que também parece óbvio.

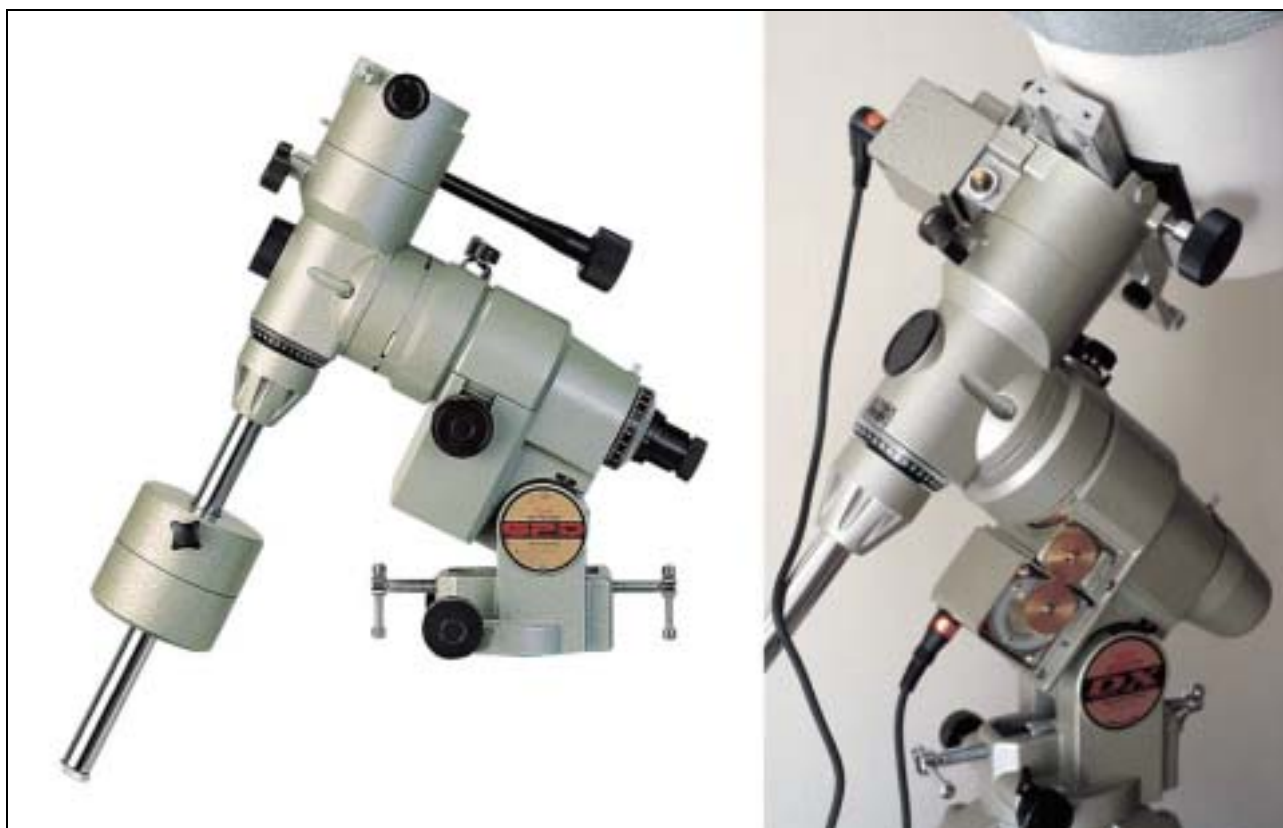
Como se pode ver pela foto de conjunto, fixei o tubo/coluna a uma base de cimento e pedra com um pé desse mesmo material. Foi furado de modo a serem metidos arames para criar uma espécie de garras para não haver qualquer possibilidade de se deslocar dentro do pé de cimento.

Nesse mesmo pé, como também se vê, bem encostadas ao tubo e a 120 graus foram embebidas 3 pontas de vigota que foram apertadas contra o tubo, com o cimento ainda fresco, com uma abraçadeira gigante, feita com fita de latão que comprei na tal loja de ferragens. Isto não só consolida o conjunto como vai servir de base a um “prato” que será feito do fundo de um alguidar de plástico, ou coisa parecida, para colocar oculares etc. e que, com o fundo furado, será enfiado no tubo/coluna.

É óbvio que a peça Vixen está perfeitamente horizontal e o batente de afinação está na direcção Norte/Sul/Norte como não podia deixar de ser, pois que para essas coisas servem as bússolas.

A montagem GP-DX vai ficar lá de modo permanente e até existir abrigo, será protegida com umas capas. Será posta em estação o mais rigorosamente que eu conseguir, mesmo que isso me custe várias noites de vários fins de semana.

Por curiosidade, resta-me dizer e é perceptível na foto que esta instalação está num pequeníssimo terreno, separado da casita pela rua e perfeitamente à vista de qualquer pessoa que por ali passe, o que nos tempos que correm não seria de arriscar em muitos locais.



Montagem equatorial Vixen GP-DX.

MANUAL NÃO AUTORIZADO DO ETX

Luís Carreira

O telescópio Meade ETX90 é provavelmente um dos telescópios vendidos no mundo, e talvez um dos mais incompreendidos. É um telescópio extremamente portátil, oferece uma qualidade óptica muito boa e é particularmente excelente na observação da Lua, do Sol (com filtro apropriado), e dos planetas gasosos Saturno e Júpiter. Também tem bastante utilidade na observação de estrelas duplas, estrelas variáveis e enxames abertos. No que diz respeito a galáxias, nebulosas planetárias e nebulosas difusas a sua performance é um pouco limitada devido à sua pequena abertura.

É preciso não esquecer que se trata de um telescópio com 90 mm de abertura, e não há milagres, mas proporciona imagens de muita qualidade para a abertura e o preço.

Existem duas versões deste telescópio disponíveis. O ETX90 RA, foi lançado em 1996 e que apenas possuía um motor de Ascensão Recta, e incluía três pés para o montar em modo equatorial numa mesa. O ETX90 EC começou a ser comercializado em 1998 e dispõe de 2 motores e um comando de mão simples, que permite controlar o telescópio nos dois eixos com 4 velocidades diferentes, tanto em modo alt-azimutal, como em modo equatorial, podendo ser adquirido opcionalmente o computador controlador Autostar, que substitui o comando standard, e permite dar a capacidade de GOTO. Os pés de mesa nesta versão também são opcionais. As ópticas e ocular de 26 mm fornecidas são idênticas.

Ao contrário do que habitualmente se acredita, o ETX apesar do seu tamanho não é para iniciantes, um reflector (newtoniano) de preço equivalente e com maior abertura (por exemplo de 200 mm) é mais simples de utilizar, mostrará sempre mais, mas no entanto não necessariamente melhor. A utilização de um telescópio de pequena abertura (ETX ou outros) é sempre mais difícil, pois necessitam de maior experiência da parte do seu utilizador para se conseguir observar detalhes que não são imediatamente óbvios a quem está a começar a conhecer os céus. Por outro lado, um instrumento de maior abertura torna a busca e observação de objectos do céu profundo bastante mais fácil para quem se está a iniciar, pois são bastante mais evidentes. Na minha opinião, para o mesmo custo, prefiro a maior qualidade óptica num instrumento de menor abertura do que menor qualidade óptica e maior abertura. Para além da abertura, a experiência do observador é muito importante. É usual para a mesma qualidade óptica um observador experiente conseguir ver num telescópio de 150 mm mais pormenores do que um observador com menos experiência e um telescópio 250 mm de abertura. Como já li por aí na Net, "uma panela maior não faz um cozinheiro melhor", mas ajuda....

Este pequeno guia tem como objectivo dar conselhos práticos para uma efectiva utilização deste telescópio. O ETX não é um brinquedo, trata-se realmente de um verdadeiro telescópio robótico com capacidade GOTO com o qual apenas se poderia sonhar há alguns anos atrás. Ora é neste ponto que se calhar alguns podem torcer o nariz, pois na realidade é na parte robótica que surgem a maior parte dos problemas. A motorização foi a meu ver um pouco descuidada, tem demasiadas peças em plástico o que torna a montagem bastante sujeita a folgas e deslizamentos e às vezes até a quebrar. A base também é de plástico o que o torna um flexível na fixação ao tripé, não ajudando muito à solidez. Isto tudo junto resulta num telescópio um barulhento, (provavelmente mais barulhento que os seus primos Meade LX maiores), mas julgo que não dá para acordar o vizinho se tiver a janela fechada.

Todos estes problemas podem ser amenizados e alguns até resolvidos de uma ou de outra forma, o que geralmente implica gastar mais dinheiro. Este manual é baseado na experiência pessoal e principalmente na experiência das centenas de utilizadores do ETX que relatam problemas e soluções similares no site de Mike Weasner em <http://www.weasner.com/>, sem o qual haveria de certeza muita gente enrascada (eu incluído) por esse mundo fora.

Características gerais

Telescópio tipo Maksutov-Cassegrain (**Mak** para os amigos) de 90 mm de abertura livre (diâmetro do espelho primário) e 1250 mm de distância focal e uma relação focal f/13,8. O tubo é de alumínio pesando cerca de 3,5 kg. A sua montagem é do tipo "garfo" em plástico ABS reforçado com alumínio, adicionando mais 2 kg ao total. Para além das lentes e espelhos tem adicionalmente uma diagonal interna móvel que desvia a imagem para o porta-oculares ou então para o orifício no fundo do tubo óptico. Todos os espelhos e lentes têm o tratamento SMC "Super Multi-Coating" que de resto são as que são aplicadas na série LX.

A montagem é praticamente toda feita de plástico, desde os braços até à base, o que não abona nada a favor da rigidez, sendo um pouco flexível e para o tamanho é muito barulhenta. No seu interior é constituída por um placa de integrados e motores que fazem girar as diversas rodas dentadas e veios sendo algumas feitas em bronze e outras em plástico. Na base está localizado o painel de controlo onde se situa a ficha de alimentação de 12 volts (4) e o botão de ligar/desligar com o respectivo LED (1 e 5). O comando de mão ou o Autostar liga na ficha RJ-45 com a denominação HBX (3), restando duas portas auxiliares (2) com o nome AUX onde só se pode ligar até ao momento o focador eléctrico opcional (Motofocus #1244).

O ETX vem embalado numa caixa bastante colorida, cheia de fotos de imagens que nunca poderão ser vistas, especialmente concebida para iludir compradores casuais (pelo menos não diz que aumenta 600x!). A caixa de cartão embora difícil de transportar, protege eficazmente o telescópio mesmo havendo transportes frequentes (o meu viveu 6 meses com essa caixa). Lá dentro vêm devidamente acondicionados o telescópio (tubo óptico e montagem), uma ocular de 26 mm, um comando de mão remoto e duas chaves de fenda hexagonais. O buscador vem embalado separadamente.



Telescópios Meade ETX- 90AT, ETX 105-AT e ETX 125-AT.

É necessário comprar 8 (oito) pilhas de preferência alcalinas de 1,5 V e do tamanho AA que se colocam na base para alimentar os motores eléctricos, obrigatório pois nem sequer existe alternativa de comando manual. Existem furos onde se fixam as pernas opcionais ou então o tripé de campo.

Depois de inserir as pilhas, colocá-lo numa base sólida, inserir a ocular, inserir a ficha do comando de mão e montar o buscador. É aconselhável entretanto ligá-lo e experimentar os motores. É necessário também apertar o fixador de declinação que está localizado no braço direito e o fixador de ascensão que está localizado na base. Não é necessário apertar muito, apenas o suficiente para que haja tracção. É habitual apertarem demasiado, principalmente quando alguns ETX por excesso de massa nas superfícies dos fixadores têm a tendência para "escorregar".

O controlador eléctrico fornecido é bastante básico: teclas de cursor cima/baixo e esquerda/direita; as teclas de focagem que só funcionam quando o focador eléctrico opcional está montado.

A tecla "speed" (velocidade) - permite seleccionar a velocidade dos movimentos do cursor e também da velocidade de focagem quando se tem também montado focador eléctrico opcional. Do LED superior para o inferior temos as seguintes velocidades:

- LED 1 = 1200 x sidereal (300 arc-min/seg ou 5°/seg)
- LED 2 = 180 x sidereal (45 arc-min/seg ou 0.75°/seg)
- LED 3 = 32 x sidereal (8 arc-min/seg ou 0.13°/seg)
- LED 4 = 8 x sidereal (2 arc-min/seg ou 0.034°/seg)

A tecla "mode" é para ser usada quando ETX está a ser operado em modo polar.

ETX90 utilizado assim neste modo mais básico torna-se demasiado limitado e até demasiado incómodo de usar. Para quem não tem experiência a apontar telescópios, até apontar para a Lua se torna num verdadeiro desafio à paciência e cedo descobre que os alvos se "mexem" sendo necessário estar sempre a corrigir. O buscador simplesmente é inadequado para observação astronómica, sendo praticamente impossível de usar quando o tubo se encontra inclinado mais de 45°, o que limita em muito a localização de objectos acima dessa inclinação.

A ocular fornecida apesar de ter boa qualidade não é suficiente para observar com mais pormenor por exemplo as crateras ou vales lunares, sendo necessário mais amplificação. Apesar de tudo, com algumas adições pode-se tornar o ETX muito mais prático e confortável de utilizar.

Acessórios e modificações

Um dos factores que mais contribui para a frustração na utilização deste telescópio é o seu buscador. O apontador do ETX à semelhança de grande parte dos telescópios é inadequado, simplesmente não é adequado a uma utilização astronómica, tem uma posição bastante próxima do porta-oculares e é praticamente impossível utilizá-lo quando o tubo do telescópio tem uma inclinação superior a 45 graus.

É quase absolutamente necessário substituí-lo por outro apontador, que por "acaso" é vendido como acessório opcional - o right-angle viewfinder #232 - (o ETX125 já vem equipado com este.). Este apontador tem a vantagem de ter uma diagonal de 90 graus, o que permite ser utilizado confortavelmente em qualquer inclinação e ver a imagem com a mesma inversão do tubo óptico principal (a imagem está invertida verticalmente da esquerda para direita).

Outro acessório bastante conveniente é um apontador que projecte um ponto de luz (geralmente vermelha), ou melhor ainda 2 ou 3 círculos, sem qualquer amplificação. Temos por exemplo o Rigel Quickfinder e o Orion EZfinder, que são bastantes úteis para apontar o telescópio facilmente para uma estrela ou planeta visível a olho nu. Estes apontadores também têm bastante utilidade no alinhamento do telescópio. Recomendo vivamente a adição de um destes acessórios, pois ajudam a encontrar rapidamente os objectos, mesmo para os observadores mais experientes e especialmente porque funcionam mesmo quando tudo falha.

Também é indispensável um tripé regulável em altura que proporcione uma posição cómoda de observação. O tripé de campo da Meade é uma das melhores escolhas, existindo alternativa da marca JMI. É possível utilizar um tripé de câmara de vídeo, que seja robusto, mas infelizmente os ETXs têm dois parafusos de fixação com rosca não-standard, tornando a sua montagem incompatível com esse tipo de tripés. Torna-se assim necessário comprar um adaptador específico, que até agora só encontrei à venda nos Estados Unidos. Todos estes tripés são de alumínio com uma cabeça de montagem em ferro sólido. De salientar que o tripé da Meade poder ser utilizado tanto em modo alt-azimutal, como em modo equatorial. Os apontadores opcionais de 1 x, como o Quickfinder ou Ezfinder podem ser afinados mesmo de noite, visto serem relativamente fáceis de alinhar. O processo é apontar o telescópio para uma estrela brilhante e centrá-la no buscador.

Eu uso o tripé com as pernas quase totalmente recolhidas, o que me permite observar sentado. Embora possa parecer fora de comum observar sentado, permite ter o conforto que é essencial para aguentar sessões com duração maiores que uma hora. A observação de objectos através de um telescópio requer concentração, sendo quase obrigatória uma posição confortável. É quase garantido que se ganha uns centímetros de abertura apenas por estar na posição de sentado! Embora tenha um aspecto robusto, não evita vibrações quando se está a observar com grandes amplificações devido ao facto de ser feito de alumínio que tem tendência a transmitir muito as vibrações. A base do ETX é apenas fixada em dois pontos e infelizmente é de plástico o que torna a sua base e fixação muito flexível.

Um modo de minimizar estas vibrações é através da aquisição de pequenas rodelas anti-vibração da Celestron que reduzem em muito o tempo de vibração.



Telescópio Meade ETX, Tripé Meade e Autostar.

Autostar

O Autostar é um computador/controlador disponível como opção que permite ao ETX a capacidade de GOTO. Esta capacidade tem sido muito discutida no meio amador, havendo os "puristas" que advogam que é necessário que o utilizador conheça o céu, e que deverá poder encontrar os objectos sem qualquer ajuda destas "modernices" que na sua opinião retiram o prazer ou realização do acto de procura, e também permitem contornar a indispensável aprendizagem

inicial. Outra "facção" defende que não é necessário passar pelo demorado processo de encontrar os objectos "á mão" e que se consegue satisfação mais rapidamente sem ter passar pela experiência de não conseguir ou então demorar a conseguir encontrar um objecto por mais simples que seja.

Estou de acordo com as duas vertentes, pois é necessário e importante conhecer o céu, embora por outro lado um telescópio GOTO possa ajudar-nos a localizar os objectos celestes mais depressa, especialmente se não temos nenhum tutor em carne e osso para nos orientar. A capacidade GOTO tem vantagens em locais em que temos o céu parcialmente obstruído, o que torna difícil utilizar o método tradicional de "saltar de estrela em estrela". Já para não falar dos muito objectos que são quase invisíveis para o ETX90, que só depois de estar 2 ou 3 minutos a olhar para ele, e que o "vemos", especialmente nos primeiros tempos.

Alimentação

Embora o ETX+Autostar funcione bem com as 8 pilhas alcalinas durante 15 a 20 horas é aconselhável que se arranje outro meio de alimentação, pois as pilhas têm tendência para perder voltagem com baixas temperaturas. Embora o autostar mostre a percentagem de carga das pilhas, não é no entanto fiável, devendo ser mudadas (ou recarregadas) assim que o mostrador do autostar mostre variações de luminosidade. O autostar com pouca alimentação pode ter comportamentos bastante estranhos, tais como perda de precisão, falhas de motor ou movimentar-se descontroladamente. As alternativas são um transformador de 12 V DC com pelo menos 1 Amp que seja regulado. Outra alternativa é adquirir um cabo que ligue o ETX ao isqueiro do automóvel que por sua vez tem o inconveniente de se ter que possuir um automóvel e que esteja relativamente perto do local de observação. Se a bateria do carro não estiver famosa ter o cuidado par não ficar apeado. E por último a solução mais prática e portátil: Uma bateria recarregável com um mínimo de 7 Amp. Estas baterias encontram-se à venda em lojas de acessórios automóveis e foram concebidas para ajudar automóveis a "arrancar". Vem com pinças para ligar aos bornes da bateria e geralmente com duas saídas para ficha de isqueiro. Este tipo de bateria possibilita dezenas de horas de utilização contínua e suporta melhor as baixas temperaturas. A segunda saída de isqueiro dá jeito para ligar algum sistema de resistências para combater a humidade, por exemplo o sistema Kendriks.



Bateria Einhell 12 V.

TAKAHASHI P2Z SUPER ECLIPSE MOUNT

MONTAGEM EQUATORIAL ALEMÃ

Luís Carreira

A Takahashi P2Z é uma pequena montagem equatorial manual, que pode ser opcionalmente motorizada em ascensão recta (A.R) com o motor HD-5. O sobrenome é "*Super Eclipse Mount*", denotando que foi concebida para uma boa portabilidade (visto os eclipses raramente acontecerem nos nossos locais habituais de observação). Esta montagem teve a sua primeira aparição em 1979, encontrando-se actualmente na sua 3ª geração: as anteriores gerações foram a P-2 e P-2S, sendo a montagem aqui descrita do ano 1992. Pertence à família de montagens pré-EM (Electric Movement) que foram desenhadas pelo do fundador *Takahashi*, da qual são membros a Space Boy e a montagem referência *Takahashi* NJP (New Jumbo Polaris), cujo parafuso sem fim de declinação é utilizado na P2Z, para além da evidente semelhança, pelo que a P2Z é uma das montagens da "velha" escola.

Especificações

Montagem:

- Peso do cabeçã com manípulos, motor e veio de contrapesos (Ø18 mm x 270 mm): 5.6 kg + 550 gr (base tripé)
- Capacidade de carga: 6 kg
- Contrapesos: compatíveis com EM-2 e EM-10
- Eixo de declinação: ajuste manual
- Eixo de ascensão recta: manual ou motorizado com erro periódico menor que +/-5 segundos de arco (parafuso sem fim e engrenagem de 144 dentes em bronze)
- Buscador polar: integrado e iluminado (brilho regulável) com amplificação de 9 x e 3° de campo com precisão de 5 minutos de arco e bolha de nível.
- Círculos graduados: A.R. (subdivisões de 10') Declinação (subdivisões de 2°)
- Ajustes alt-azimutais : 0-20° em azimute e 0-80° em declinação
- Base: compatível com tripés FC (S,M e L)
- Dimensões: (aproximadamente s/manípulos e veio) 30(a)x24(l)x14(p) cm

Motor A.R (HD-5):

- velocidades : sideral e 2 x sideral (com inversor para hemisfério Norte/Sul)
- distorsão : 0,005%
- Desmultiplicação: 2.5:1
- Consumo : 130 mA a DC6v (5v-7v) (4 pilhas D)
- Temperatura de operação : -20°-+40°
- Dimensões: 25x25x125mm
- Peso: 250g

Descrição

A P2Z é uma montagem equatorial básica. Tem manípulos para movimento manual preciso dos eixos de declinação e ascensão recta e ajustes (através de parafusos) em altitude e azimute para ajuste fino do alinhamento polar. É constituída apenas por três peças: a cabeça, o veio de contrapesos e a base de tripé. O motor HD-5, apesar de ser de montagem externa, não necessita de ser desmontado, ficando geralmente permanentemente instalado na cabeça da montagem, o mesmo acontece com o adaptador de tripés que fica sempre com as pernas montadas. Após duas enroscadelas, basta apenas adicionar o(s) contrapeso(s) e os instrumentos pretendidos.

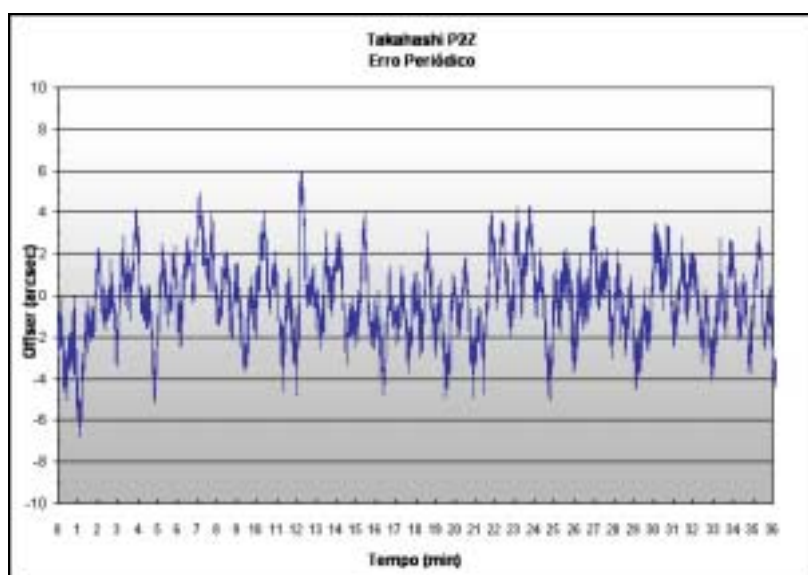
O motor de ascensão recta HD-5 é um motor de alta precisão que pode ser opcionalmente montado nas montagens da mesma família (Space Boy e JP90, a NJP160 usa outros), tratando-se um motor externo que engrena numa roda dentada do eixo de ascensão recta. Existe a opinião que motores e rodas dentadas externas não são muito aconselháveis em ambientes agrestes mas tal não me parece ser realmente um problema e até lhe dá um grande "*look retro-tecnológico*". A energia necessária pode ser proveniente do pequeno estojo de 4 pilhas D que asseguram mais de 20 h de trabalho contínuo. Com uma bateria gel de 7 Amp existe energia suficiente para semanas.

A cor é o típico verde pastel *Takahashi* a contrastar com cromados e anodizados, sendo os materiais utilizados e acabamentos para além de qualquer repreensão. O design é (para mim) elegantemente clássico e dá a sensação de uma máquina construída para durar uma vida.



Teste ao erro periódico

Nenhum comentário sobre uma montagem com algumas pretensões astrofotográficas ficaria completo sem uma análise da sua mais importante característica mecânica. O teste foi efectuado numa estrela perto do equador celeste que transitou o meridiano. A amostragem foi de 1.1 segundos de arco.



O erro periódico oscila confortavelmente no intervalo de ± 5 segundos de arco da especificação do fabricante, com o bônus de longos períodos de ± 4 segundos de arco. Arrisco num período de erro periódico entre 4-5 minutos.

Apesar da falta de argumentos modernos, estes são bem compensados por argumentos "antigos" que cada vez mais são preteridos pelos fabricantes, tais como parafusos sem fim e engrenagens de alta qualidade em vez de delegar a precisão para correcções electrónicas. A própria *Takahashi* também já relaxou os seus padrões visto as séries mais recentes de montagens pequenas e médias (da EM-2 à EM-200) já apresentam valores entre $\pm 7''$ e $\pm 10''$, mas que de resto são facilmente "auto-guiadas". Não tenho conhecimento de alguma montagem deste tamanho com erro periódico desta classe ($\pm 4''$), porque cada vez mais este tipo de performance está reservada a montagens de excepção que em regra são bastante maiores e diversas vezes mais caras. A P2Z é pequena mas tem o "coração" das grandes montagens, não passando vergonha nenhuma quando comparada com qualquer montagem de qualidade no que respeita a performances puramente mecânica. Este facto conjuntamente com um bom alinhamento, de certa forma podem dispensar o PEC e auto-guiagem para resoluções de imagem à volta da de $2''$ - $3''$ e com alguns minutos de exposição - julgo que pouco mais se pode exigir a um sistema completamente mecânico, e de resto mais que suficiente para as funções que pretendo empreender no momento.

Para não variar, e tal como todas as montagens *Takahashi*, esta também não possui PEC (Periodic Error Correction) embora as mais modernas já tenham opção para Go-To. Infelizmente (ou se calhar felizmente) não é o caso da P2Z, que só pode ter um motor de ascensão recta, portanto sem poder motorizar (pelo menos oficialmente) o eixo da declinação. Isto de certo modo valida a razão de também não possuir também uma porta de auto-guiagem.

Alinhamento

Apenas são necessários 5 minutos para montar e alinhar com precisão suficiente para imagem CCD de céu profundo até $2''$ de resolução. Em utilização visual equivale a ficar **horas** com uma estrela centrada sem praticamente se mexer. A maneira como alinhamento é efectuado não podia ser mais encantadoramente simples. Basta saber a longitude do local, horas certas e utilizando o buscador polar iluminado (de intensidade variável que é útil para poder isolar a estrela polar em céus escuros) e uma calculadora. Depois é só colocar a estrela polar na sua posição.

Devido ao facto de ser necessário calcular a **hora sideral local** (cálculo algo demorado se feito à mão), existe uma conveniente aplicação (compatível com todos os sistemas operativos) que emula exactamente o retículo deste buscador, bastando colocar a polar exactamente na posição do retículo (clicar na imagem para executar). Outra alternativa é usar por exemplo um planetário ou folha de cálculo num computador de mão. Uma característica importante é a de não haver obrigatoriedade de o tripé estar nivelado, facto que poupa algum tempo. Isto é conseguido porque a montagem possui um nível de bolha sobre o eixo equatorial, podendo assim nivelar a própria cabeça independentemente da inclinação da base do tripé. Uma solução tão simples como engenhosa é uma grande mais valia no campo. É conveniente proceder-se ao alinhamento já com contrapesos e instrumentos montados, para prevenir qualquer oscilação provocada pelo peso adicional, especialmente em terrenos não sejam muito sólidos. De notar que o conjunto completo de montagem, telescópio e acessórios (fora o tripé) pode chegar perto dos 15 kg.

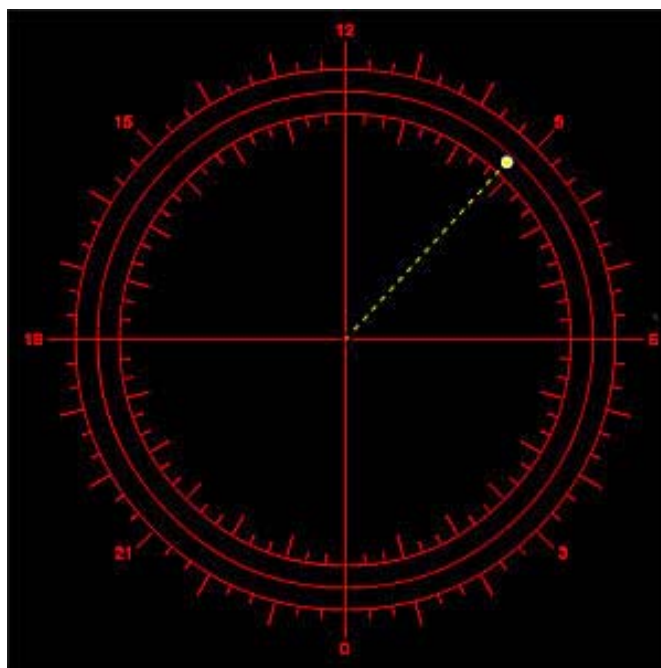
A sua utilização é muito simples: depois de estar devidamente alinhada, destrava-se os eixos, aponta-se o telescópio para o alvo pretendido, trava-se os eixos, observa-se ou faz-se imagem e se necessário ajusta-se com os controlos manuais (no caso de ajuste manual em A.R. é preciso desengrenar o motor) e engrena-se o motor em que basta apenas encostar uma roda dentada a outra.

A utilização dos círculos graduados é possível, mas devido ao seu tamanho e escala, não permite alcançar grande precisão de pontaria, apesar de normalmente o objecto da busca ficar dentro de um campo de visão de 1° .

Alinhamento do buscador polar

É conveniente verificar pelo menos uma vez se a bolha de nível se encontra bem alinhada com o retículo do buscador polar. Este procedimento é muito simples só deve ser feito uma vez, ou se por algum motivo o anel do nível se soltar. nivelar o tripé o melhor possível

1. nivelar o tripé o melhor possível e montar a P2Z
2. centrar a estrela Polar usando apenas os ajustes alt-azimutais
3. usando apenas os ajustes azimutais fazer "caminhar" a polar pela a linha vertical e horizontal. Se tal não se verificar então rodar o eixo A.R e voltar a testar.



4. finalmente com uma chave allen fixar o anel da bolha de nível e colocar a bolha entre as marcas e apertar bem os parafusos. E fica nivelado!

Utilização visual

O telescópio habitualmente utilizado é um refractor Takahashi SKY90, que, completo com a ocular, diagonal e outros acessórios totaliza uma carga um pouco inferior a 5 kg. Pessoalmente não colocaria muito mais que este peso sobre a montagem, embora já a tenha carregado mais 2 ou 3 kg sem aparentar ter representado um grande esforço, mas o movimento já se sentia algo pesado. Com cargas desta importância e com amplificações que usualmente variam entre as 20x e as 250x, a montagem comporta-se muito bem, sendo em regra de utilização bastante suave e precisa. Para grandes amplificações (>200x) embora aceitável, é aconselhável baixar os pés do tripé para aumentar a solidez do conjunto. A precisão de acompanhamento é mais do que suficiente para manter durante horas qualquer alvo no campo da ocular a grande amplificação.

Astrofotografia

Em astrofotografia CCD é possível fazer, sem praticamente haver nenhum perda, exposições superiores a 2 minutos com uma resolução de 3" ou inferior, isto usando apenas o alinhamento rápido acima descrito. A performance depende também da posição do tubo e equilíbrio da montagem, podendo ser superior ou inferior a 2 minutos. De qualquer modo já proporcionam tempos de exposição que podem ser considerados decentes. Um pormenor menos bom de utilização é o de não ser possível fazer ajustes manuais em A.R. quando o motor está engrenado - existem duas hipóteses: desengrenar o motor e arriscar a perder o objecto do campo do CCD e então poder usar o manipulador de ajuste manual ou então centrar o objecto com a estonteante velocidade de 2x a sideral com o comando do motor que para além dessa velocidade ainda possui outra : parado. Fora esta dificuldade que por vezes pode fazer perder algum tempo (e por vezes o alvo), não existe realmente mais nada a notar.

Outra limitação é não ter outras velocidades de acompanhamento, por exemplo, o lunar que daria para seguir melhor um eclipse lunar, ou então o seguimento de um cometa. Embora útil, não seria suficiente pois seria também necessário corrigir em declinação, o que requereria um (micro) computador para implementar correctamente este acompanhamento.

Por estas razões, esta montagem não servirá para todos, por exemplo para quem pretenda fazer astrofotografia auto-guiada ou para quem não tenha tempo ou paciência para encontrar os objectos manualmente. Em especial na astrofotografia, a capacidade Go-To tem a dupla função de se apontar rapidamente para o alvo e evitar a focagem cada vez que se muda de objecto, poupando só nestes dois aspectos muito do por vezes valioso tempo.

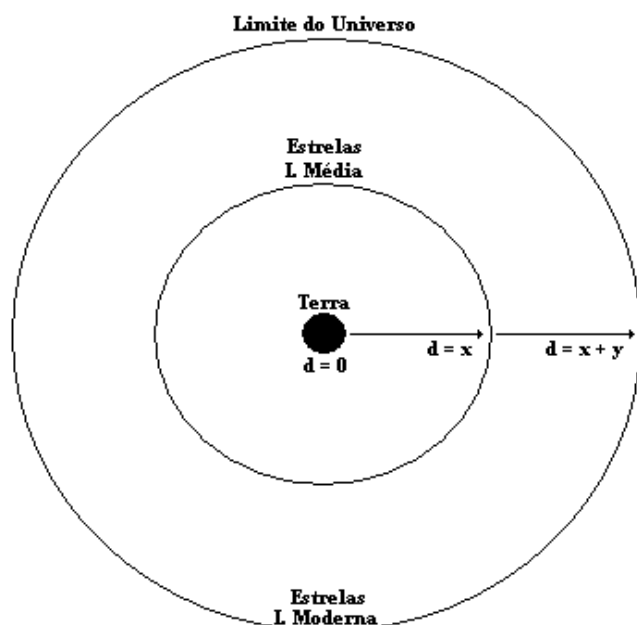
Considero o design, portabilidade, simplicidade, fiabilidade, precisão e robustez desta montagem exemplar. Fazendo uma analogia com um relógio, seria certamente equivalente a um cronómetro suíço de corda manual, em que não interessa ter que dar a corda de dois em dois dias, ou que seja menos preciso que um relógio de quartzo de 25 €. Interessa sim, o prazer de "dar à corda" e saber que se pode contar com a precisão de uma pequena obra de arte da mecânica. E o preço, tal como de um cronómetro suíço mecânico torna-se irrelevante.





O UNIVERSO DOS PORTUGUESES ATÉ AO SÉC. XVIII

Vasco JR Silva



Até Setecentos imperou, na historiografia científica portuguesa, uma concepção astronômica oficialmente baseada no Modelo Geocêntrico. Nele, a Terra ocupava o centro do Universo, enquanto que o Sol, a Lua, Mercúrio, Vénus, Marte, Júpiter e Saturno, orbitavam o nosso planeta, em esferas. Na mais afastada das esferas da Abóbada Celeste, postas em movimento por entidades celestiais, localizavam-se as estrelas fixas, daí o termo *firmamento*. Importantes intelectuais medievais e modernos portugueses salientam, precisamente, nas obras que escreveram, esta noção. Do Povo, anónimo e maioritariamente analfabeto, pouco se sabe relativamente ao que pensavam sobre o Cosmos.

O limite deste Universo medieval e moderno era o *firmamento*. Todavia, nem todos os autores situavam as estrelas fixas à mesma distância. Em 1518, André Pires, no *Livro de Marinharia*, refere que o Universo não é muito grande. Para Pedro Nunes, em 1537, as estrelas estão no 8.º céu, ideia que prevalece em Luís de Camões, n' *Os Lusíadas*, e em João de Castro, nas *Décadas*, escritas em 1538-41. Em 1548, Bernardo Rodrigues, no *Livro de*

Marinharia, localiza o Zodíaco na 8.ª esfera e as estrelas fixas no 9.º céu. Em 1563, a reimpressão do *Repertório dos Tempos*, de Valentim Fernandes, salienta que as 12 constelações do Zodíaco se localizavam na 8.ª esfera, enquanto que na 9.ª não havia estrelas. No século XVII esta situação mantém-se sem alterações fundamentais. André de Avelar, lente de Coimbra, conta 1022 estrelas fixas, corpos rijos, esféricos e lisos. Estas eram iluminadas pelo Sol. Cristóvão Bruno, que alguns afirmam ter ensinado o Modelo Heliocêntrico em Portugal, na sua *Arte de Navegar*, de 1648, mantém que o *firmamento* se localiza no 8.º céu. António Carvalho da Costa, em 1676-7, na *Via Astronómica*, reafirma o seu apoio ao Modelo Geocêntrico.

Apesar da localização do limite do Universo variar conforme o autor, até muito tarde não existiram dados quantitativos para, com maior ou menor erro, exprimir essa distância (ver esquema). Na Época Moderna, porém, a situação altera-se um pouco, pois André de Avelar refere que da Terra às estrelas fixas iam 20 150 220 léguas portuguesas, 100 751 100 quilómetros. Se bem que para Manuel de Figueiredo, em 1603, a Via Láctea se localizava no 8.º céu, a Terra, porém, distava 53 960 471 léguas das estrelas fixas, ou seja, 269 802 355 km. Apesar de António da Costa não nos apresentar a distância da Terra ao *firmamento*, a Lua localiza-se entre os 78 773 550 e os 90 670 364 km dessa zona. Na verdade, o Autor não refere se as 48.958.080 milhas são terrestres ou náuticas, daí os dois valores. Em 1758, Francisco de Ahlers diz que não é fácil averiguar as distâncias entre a Terra e as estrelas, que já não se situam à mesma distância umas das outras. Até à estrela Sirius (A) são 27.664 vezes a distância Terra-Sol (110 milhões de quilómetros), ou seja, 3 043 040 000 000 km (menos de $\frac{1}{3}$ de 1 ano-luz).

O Universo para os Portugueses, até ao século XVIII, que, com base na *Bíblia*, não tem mais do que alguns milhares de anos, foi criado por Deus. Toda a Natureza no Portugal medievo e moderno era obra desta entidade. No *Livro da Montaria*, D. João I (1385-1433) diz que Deus terá começado por criar uma substância, *ille*, com a qual elaborou, então, os 4 elementos. A partir daqui criaram-se os céus, os planetas, as estrelas e as constelações. Nos anos de 1602, 1603, 1758 e 1762, André de Avelar, Manuel de Figueiredo, Francisco de Ahlers e Teodoro de Almeida, respectivamente, mantêm a mesma ideia. Se Ahlers acredita que Deus criou o Sistema Solar, Teodoro de Almeida acrescenta também a ideação do movimento dos corpos celestes.

Deste modo, podemos concluir que, se nos períodos mais recuados da História de Portugal o Cosmos, criado por Deus e apenas com alguns milhares de anos, era ainda muito limitado, com o passar do tempo, porém, os avanços na Astronomia vão permitir não só um aumento do Universo observável, mas também os primeiros dados numéricos para as distâncias ao seu limite.

ASTROBIOLOGIA: UM OLHAR SOBRE O UNIVERSO, A TERRA E A VIDA

José Fernando Monteiro² †

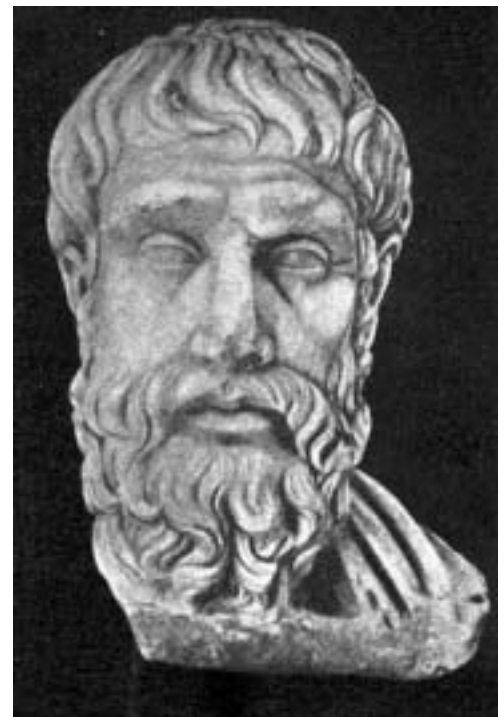
Todas as épocas e civilizações tiveram a sua cosmologia, a narrativa de como começou o universo e para onde ele vai. Que lugar ocupamos nós no cosmos e, questão crucial, estaremos sozinhos na vastidão dos espaços estelares e galácticos ?

A astrobiologia é o estudo científico das possibilidades de vida no universo, seu passado, presente e futuro. Começa com a investigação da vida na Terra, o único local até ao momento onde sabemos que ela existe, e estende-se aos outros planetas e corpos do sistema solar, espaço interplanetário, outros sistemas planetários, sistemas galácticos e universo em geral. Os seus limites espaciais envolvem tudo o que é observável e temporalmente podemos dizer que os seus horizontes se prolongam aos primórdios do universo, logo após o "big bang", quando as primeiras nucleossínteses de elementos se deram.



Quando o homem se meteu pela primeira vez a observar as estrelas, provavelmente na fase paleolítica final do seu desenvolvimento, era natural que visse no universo uma porção de terra chata, rodeada pelo mar e coberta por um céu em cúpula transparente, onde se achavam o Sol, a Lua e as estrelas. Que o Sol e a Lua são dotados de movimento vêem-no até os olhos mais distraídos, mas só bastante mais tarde o homem notaria que certas "estrelas" - os planetas do sistema solar - se moviam também nos céus, de fundo ao encontro das estrelas fixas.

Os primeiros astrónomos de que temos conhecimento certo foram os da Mesopotâmia, da Índia e da China sendo eles quem começaram a registar, sistematicamente, os fenómenos celestes, embora as estreitas ligações entre os movimentos do Sol e da Lua e as datas indicadas para as sementeiras e colheitas devam ter constituído o interesse primordial para os primeiros agricultores do começo do período Neolítico (c. de 10 000 anos a.C.). Foram porém os gregos, a civilização que esteve na base da nossa, que tentaram explicar os fenómenos astronómicos em termos físicos. Muitos anteciparam-se para a sua época. Sabemos, por exemplo, que Aristarco de Samos (c. 320 -250 a.C.) antecipou em mais de 1700 anos o sistema heliocêntrico de Copérnico, dizendo que a Terra era apenas um planeta que, tal como os outros, girava em volta do Sol e que as estrelas estavam a distâncias enormes. Um seu contemporâneo, da mesma cidade, Epicuro, escreveu que "talvez possam existir outros locais possíveis de vida, para além da Terra", devendo ser considerado justamente o precursor da moderna astrobiologia.

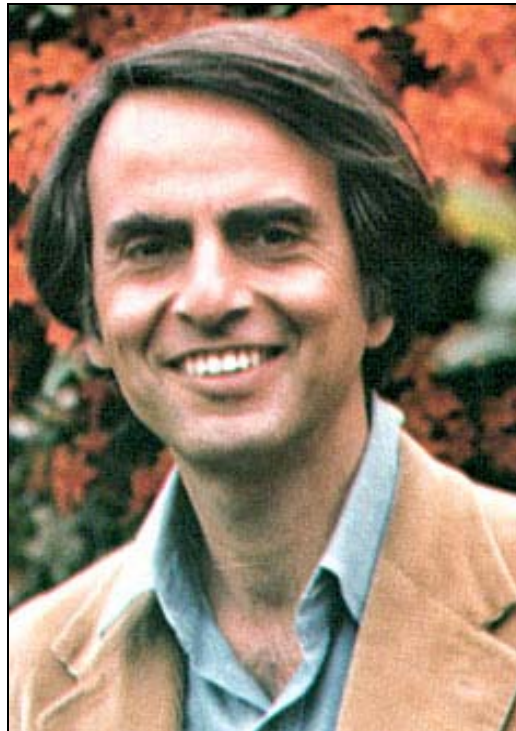


Epicuro: "Há outros locais possíveis de vida".

² O Dr. José Fernando Monteiro (Assistente do Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa) faleceu em 24 de Fevereiro de 2005. Na altura do seu falecimento estava a preparar a sua tese de doutoramento que não chegou a concluir. Será recordado por amar a Ciência acima de tudo e como um especialista em meteoritos e em geologia planetária.

Com efeito a astrobiologia abarca uma diversidade de tópicos e disciplinas que se podem categorizar de acordo com as seguintes três questões fundamentais: Como se originou a vida ? Qual a sua evolução futura ? Estamos sós no Universo ? É por isso correcto afirmar que esta ciência corresponde a um olhar holístico sobre a vida, a Terra e o universo.

Enquanto aquelas questões foram colocadas desde os primórdios da civilização, só os recentes avanços da exploração espacial, associados a técnicas analíticas que poucos imaginavam possíveis, permitiram o estabelecimento deste assunto, que a princípio parecia domínio da ficção ou especulação científica, num território de solidez científica, passível de observação e experimentação. Os seus métodos ultrapassam um pouco os das ciências clássicas, podendo afirmar-se que esta ciência permite uma abordagem multidisciplinar em que o seu todo é maior que a soma das partes. Daí que a astrobiologia absorva um espectro de informações da química, geologia, astronomia, ciências planetárias, paleontologia, física, biologia, matemática... emergindo com uma perspectiva singular sobre o nosso conhecimento e lugar no universo.



Carl Sagan: o precursor dos modernos estudos da Astrobiologia.

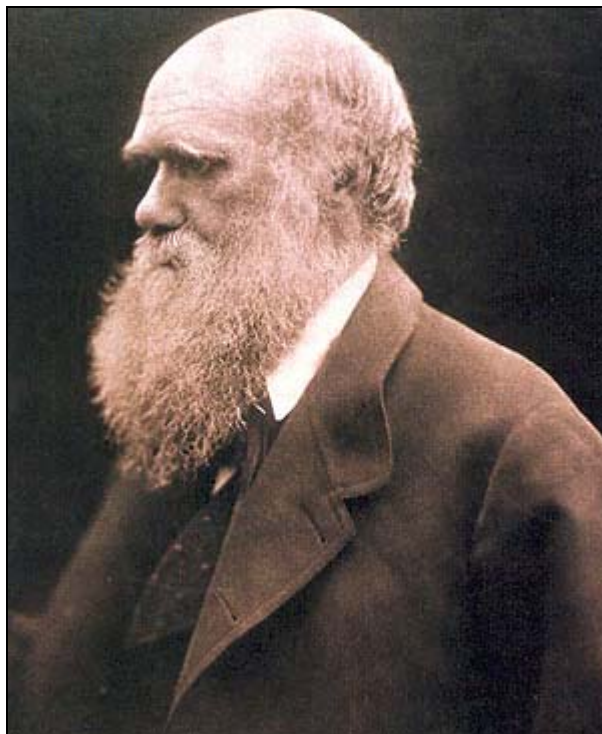
Etimologicamente podemos afirmar que em si a astrobiologia em nada se separa da bioastronomia, que conta com uma Comissão própria na União Internacional de Astronomia (a Comissão 51), ou da exobiologia, uma designação atribuída ao biólogo Joshua Lederberg, no ano de 1960, e muito utilizada pelo astrónomo e divulgador científico Carl Sagan (1934-1996).

Sagan foi com efeito o cientista que mais esteve envolvido no acarinhamento da pesquisa de vida para além da Terra, levando a que muitas missões planetárias da NASA encaixassem programas que visassem o estudo das condições de provável existência de vida, nomeadamente em Marte. Alargou ainda o âmbito destas pesquisas ao contacto e procura de sinais de eventuais civilizações extraterrestres inteligentes, um programa que hoje continua com a designação de Search for Extraterrestrial Intelligence (SETI). Carl Sagan num manual que escreveu sobre o assunto ("Intelligent Life in the Universe"), em colaboração com o astrofísico soviético Iosif Shklovskii, já nos idos anos 60, considerava-se um "optimista cauteloso" sobre a questão da vida inteligente no universo. Passados 40 anos sobre esse primeiro trabalho profundo, a astrobiologia está aí, despojada de optimismos ou de reacções emotivas. A procura de vida para além da Terra começou ontem e já muito aprendemos sobre as condições em que ela se pode formar, evoluir e adaptar. Também a procura de outros sistemas planetários é uma aventura que não tem paralelo na história da ciência e que poucos descortinam onde nos poderá levar.

O aparecimento da vida sobre a Terra continua a ser um dos maiores mistérios da ciência. Os primeiros naturalistas admitiam que a vida se criasse, espontaneamente, em matérias orgânicas, como palha, estrume, farinha, camisas suadas, etc. Era a ideia da geração espontânea que foi completamente eliminada por Louis Pasteur (1822-1895). Os seus trabalhos cuidadosos provaram, de uma vez para sempre, que não havia geração espontânea e que todos os seres vivos eram apenas gerados por outros da sua própria espécie. Isto deixava em aberto o problema da origem da primeira vida, e se esta poderia ter ocorrido noutros planetas, além do nosso.

Definir o que se entende por vida não é uma tarefa fácil e que pode ter diferentes e complexas abordagens. Geralmente os estudiosos estão de acordo que os seres vivos se caracterizam por quatro propriedades únicas: crescem, alimentam-se, reagem ao ambiente e reproduzem-se.

As bactérias são os mais simples dos seres vivos capazes de se multiplicar independentemente. Não incluímos aqui os vírus, que apenas se podem reproduzir no interior da célula de um hospedeiro adequado, cujo mecanismo desviam para os seus próprios fins, afastando-o das suas funções normais. O problema da origem de sistemas naturais replicativos deve ser observado à luz da teoria da evolução de Charles Darwin (1809-1892). De acordo com este cientista todos os seres vivos descendem de uma forma primordial de vida, e os nossos conhecimentos actuais de bioquímica e genética confirmam essa convicção de uma forma triunfal. O problema da origem da vida deve ser empurrado para um tempo longínquo bem próximo da idade de origem do nosso planeta, há 4,5 mil milhões de anos.

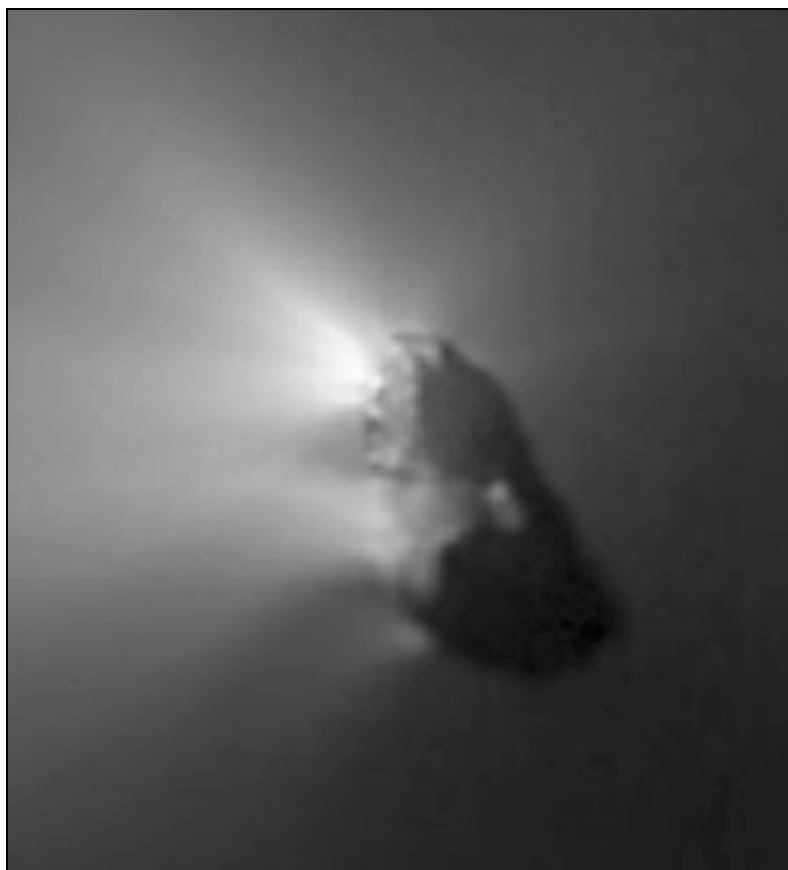


Charles Darwin (1809-1882)

Embora os primeiros vestígios fósseis, estruturas unicelulares semelhantes às actuais algas azuis-esverdeadas, datem de 3,5 mil milhões de anos, evidências isotópicas do carbono encontrado em algumas rochas com 3,8 mil milhões de ano apontam para que a vida já existisse por essa altura, empurrando a sua origem para o conturbado período de violência de impactos (cometas e asteróides) sobre a Terra, conhecido entre os geólogos como o Eon Hadeano.

Em 1905 o químico sueco Svante Arrhenius (1859-1927) sugeriu que a vida tivesse chegado à Terra sob a forma de germes, que haviam viajado dos abismos do espaço, sob a impulsão contínua exercida pelos raios de luz em partículas tão diminutas, uma ideia que ficou conhecida por panspermia e que ainda hoje tem os seus seguidores na dupla do falecido cosmólogo Fred Hoyle (1915-2001) e do astrofísico Chandra Wicramasinghe. Estes partidários do neo-panspermismo escreveram vários livros de popularização em que defendem que os cometas seriam os reservatórios de germes de vida que "semeariam" os planetas com vida. Foram ainda mais longe, dizendo que muitas das pestes e epidemias da história da humidade foram provocadas por vírus trazidos por cometas, uma ideia, no mínimo, engraçada mas que nunca encontrou qualquer aceitação entre a comunidade científica. Embora se saiba que os cometas possuem muita matéria orgânica, e alguns meteoritos primitivos, os conhecidos condritos carbonáceos, possam ter até 10% de matéria orgânica (alguma bem complexa com aminoácidos e as bases dos ácidos nucleicos), não há até hoje nenhuma evidência de que matéria viva exista nesses corpos. A matéria orgânica neles existente é formada em condições abióticas por reacções químicas na nébula solar perfeitamente compreendidas.

Em 1924 o bioquímico russo Alexandre Oparin (1894-1980) publicou uma brochura preliminar afirmando que "não existe diferença fundamental entre um organismo vivo e matéria inanimada. A complexa combinação de manifestações e propriedades tão características da vida deve ter surgido do processo de evolução da matéria". Quatro anos depois, e independentemente de Oparin, o biólogo inglês J. Haldane (1892-1964) publicou um artigo sobre as possíveis condições iniciais que teriam permitido o aparecimento da vida na Terra. Considerava os raios ultravioletas provenientes do Sol extraordinariamente importantes. Quando essa força de energia actuou na atmosfera primitiva da Terra, formou-se uma imensa quantidade de compostos orgânicos. Segundo Haldane, muitos acumularam-se nos primitivos oceanos e foi, certamente neste caldo inicial que terá começado a vida. As sínteses químicas complexas foram facilitadas pela presença de alguns minerais, como as argilas e a pirite, que teriam actuado como substâncias catalisadoras, formando a agregação de moléculas cada vez mais complexas que acabaram por adquirir propriedades replicativas.



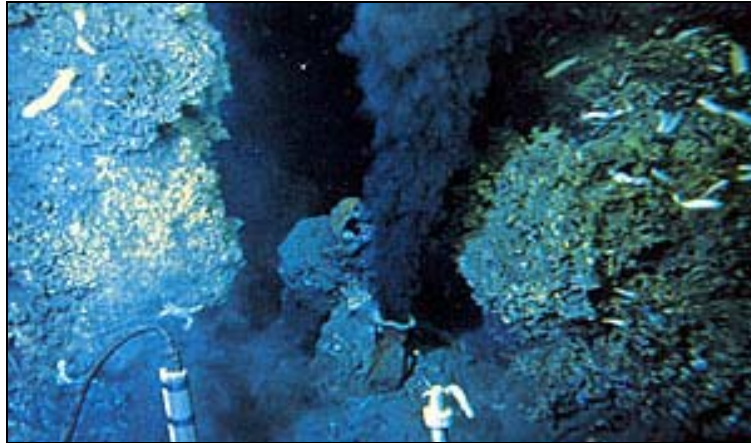
Núcleo do cometa Halley fotografado pela sonda Giotto.
Os cometas, como muitos asteróides primitivos, são ricos em matéria orgânica formada abioticamente.

Em meados do século passado, algumas das sugestões iniciais de Oparin e Haldane começaram a ter uma abordagem laboratorial. Em 1953, o jovem Stanley Miller, na altura estudante de doutoramento na Universidade de Chicago, sob orientação do famoso químico Harold Urey (1893-1981) realizou uma experiência em que obteve uma variedade de compostos orgânicos simples a partir de uma mistura inorgânica semelhante ao que se supunha ser a atmosfera primitiva da Terra, semelhante à que se observa nos planetas gasosos. Miller fez atravessar uma mistura de metano, amoníaco e hidrogénio por uma descarga eléctrica num balão com água e, para fazer acumular os compostos não voláteis, destilava constantemente a água através de um circuito fechado. Ao fim de uma semana a água mostrava-se de um vermelho carregado e continha, além de ácidos simples como acético e fórmico, pelo menos dois aminoácidos. Além disso havia indícios da presença de ácido cianídrico, que se sabe ser um composto activo, capaz de dar origem a derivados muito mais complexos. Desde essa data essa experiência foi repetida e melhorada por numerosos investigadores e quase toda a "química da vida" foi produzida em laboratório.

Na verdade, sabe-se hoje que a atmosfera e a dinâmica da Terra inicial eram um pouco diferentes das que Miller reproduziu. Mais dióxido de carbono devia fazer parte da atmosfera e a violência dos impactos de corpos extraterrestres, alguns com dimensões de dezenas de quilómetros, poderiam ter contribuído com mais matéria orgânica sobre a Terra, ajudando ainda como processo energético que facilitava as sínteses de moléculas mais complexas. Porém, era de esperar que episódios desta violência e tão frequentes destruíssem os primeiros organismos replicadores, aqueles que estiveram na base de verdadeiras moléculas vivas, como o ARN e o ADN e, depois, dos primeiros seres vivos.

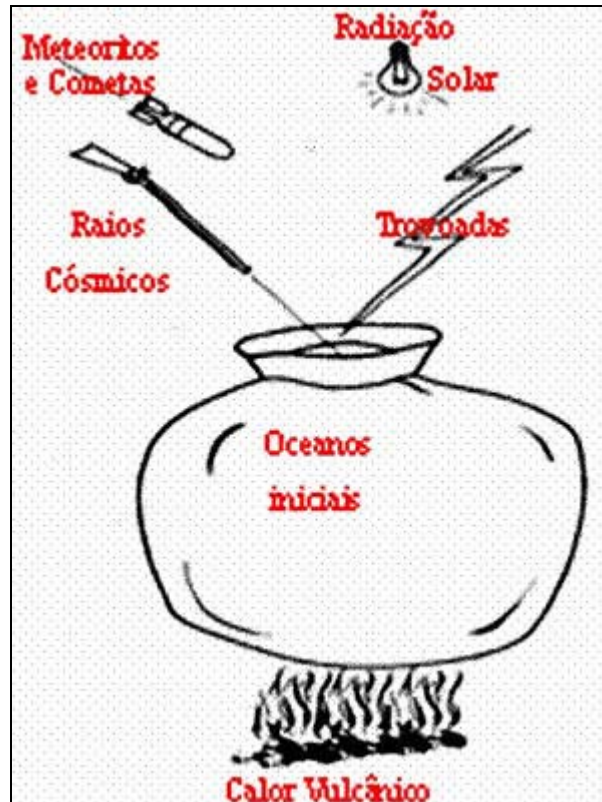
Desde finais dos anos 70, geólogos e biólogos marinhos têm descoberto inesperadas comunidades de seres vivos a profundidades oceânicas com mais de 3000 metros. O estudo destas exóticas comunidades vivas, na dependência de arqueobactérias que realizam uma quimiossíntese, na ausência total da luz solar, e associadas a fontes quentes vulcânicas, levam a crer que os primeiros organismos replicativos, as primeiras sínteses biológicas, podem ter tido origem nestes ambientes que certamente abundavam na Terra primitiva. É também possível, como o demonstram muitas experiências laboratoriais, que alguns minerais, como a pirite, bastante abundante naqueles ambientes, tenham servido como catalisadores químicos dessas primeiras sínteses biológicas.

Assim uma nova visão da origem da vida merece incluir as fontes hidrotermais, considerando os oceanos como o ambiente mais propício às sínteses, bem junto das fontes hidrotermais na dependência do calor vulcânico de algumas fracturas tectónicas. A contribuição cósmica também não pode ser esquecida, pois muita da matéria orgânica da Terra inicial teria sido transportada pelos cometas e pelos condritos carbonáceos. Daí que a origem da vida tenha de ser considerada na tripla perspectiva cósmica, química e geológica, em que astrónomos e geólogos têm cada vez um papel mais importante da resolução deste enigma.



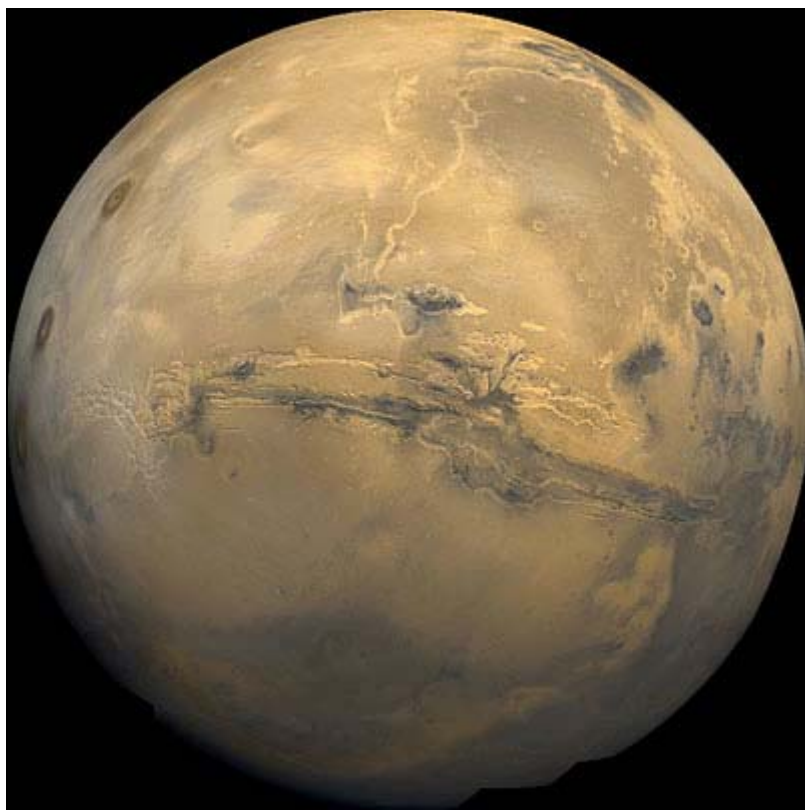
Fonte hidrotermal do Pacífico Este estudada pelo submersível Alvin.
Na dependência destas fontes existem estranhos ecossistemas que em nada dependem da luz solar.

Os primeiros seres fossilizados que se conhecem são os estromatólitos - estruturas calcárias resultantes da actividade de cianobactérias - com 3,46 mil milhões de anos. Esses procariotas - células simples em que o sistema genético ainda não estava incluído num núcleo - vão ao longo da maior parte da história da Terra ser os únicos habitantes, de que são conhecidas diferentes espécies. Aliás, ainda hoje são os mais abundantes. Descobertas dos últimos tempos mostram que muitas bactérias, nas vertentes dos dois grandes domínios da vida - Bactéria e Arqueio - estão adaptadas aos mais variados limites de pressão e temperatura, salinidade, radiação muito energética, ausência de Sol, e ambientes onde outrora não se imaginava a vida possível. A descoberta destes extremófilos, como são designados, é uma das maiores promessas para a astrobiologia. Noutros locais do universo, em planetas e em exóticos lugares os extremófilos estarão possivelmente bem representados. É o que tentaremos ver no próximo capítulo, onde visitaremos locais do sistema solar onde a vida possa ter existido ou exista mesmo na actualidade.



Resumo das fontes de energia e local provável onde as sínteses bióticas ocorreram na Terra primitiva.

Tanto quanto sabemos, a Terra é um planeta ímpar, não apenas no sistema solar, mas muito certamente na Galáxia e no universo. Condições muito especiais - a distância adequada ao Sol e uma diferenciação geológica peculiar - permitiram que o nosso Mundo adquirisse os requisitos necessários à origem e desenvolvimento de vida, entre as quais podemos destacar, entre muitas outras, a presença de água no estado líquido e uma estabilidade climática que, com ligeiras flutuações, tem sido factor determinante para a permanência e aparecimento de formas diversificadas de vida, como o documenta o registo fóssil. De simples células sem núcleo, a história da Terra documenta-nos o aparecimento de formas de vida mais complexas nos oceanos, o aparecimento de seres multicelulares e uma evolução, com interrupções, recuos e avanços, que levou a formas mais sofisticadas como os invertebrados, as plantas, os peixes, os anfíbios, os répteis, as aves e os mamíferos, no topo do qual colocamos a nossa espécie, uma espécie recente que se interroga sobre o significado da sua presença, sobre o seu futuro e, explora e modifica o meio em que surgiu.



Marte com uma vista preferencial do Valles Marineris e os três vulcões de Tharsis.

Tradicionalmente, e de acordo com aquilo que são os nossos conhecimentos sobre as formas e limites que se impõe à vida, esta exige um planeta que, além de suficientemente pesado, para reter uma atmosfera, tenha a órbita a uma distância do Sol que lhe garanta temperaturas razoáveis, aquilo que se designa por "ecosfera planetária", uma zona do sistema solar que se estende um pouco para além da órbita de Vénus, abrange obviamente a Terra e engloba a órbita de Marte. No nosso sistema solar, Mercúrio está demasiado próximo do Sol e é muito quente para nele existirem a matéria e as condições indispensáveis aos organismos vivos. Plutão é excessivamente frio, e as reacções que levam à formação de compostos orgânicos não devem produzir-se a temperaturas muito baixas. Um planeta precisa de ter ainda o tamanho conveniente para aguentar uma atmosfera. A força gravítica é indispensável para evitar a fuga dos gases mais leves, necessários à realização dos processos biológicos e à retenção da água essencial à vida. A Lua, por exemplo, é demasiado pequena para reter uma atmosfera. Por outro lado, um planeta como Marte, ou Vénus, é suficientemente grande, embora este último, pelo "efeito de estufa" que apresenta, impossibilite a existência de algo vivo sobre a sua superfície. Todas estas restrições - distância ao Sol, dimensão do corpo planetário e composição química - reduziram o número de possíveis locais com vida, além da Terra.

No nosso sistema solar, Marte surge-nos como um planeta promissor. Sem nos alongarmos com todo o historial da descrição de canais e de antigas civilizações em Marte que remontam ao astrónomo Percival Lowell (1855-1916) e ao fascínio que a ficção e a humanidade sempre depositaram no Planeta Vermelho, reportemo-nos sumariamente aos resultados das diferentes missões a Marte e às observações que claramente sugerem que o planeta teve já condições diferentes das actuais e que poderão ter permitido a origem e o desenvolvimento de formas primitivas de vida. Com efeito, a superfície do planeta mostra-nos que Marte possuiu, numa fase inicial, um complexo sistema hidrológico, com possíveis grandes oceanos espalhados sobre a superfície. É também provável que a sua atmosfera tenha sido diferente e a temperatura muito certamente favorável às sínteses pré-bióticas.

Apesar de negativos, os resultados das três experiências biológicas do programa Viking, que em 1976 levou ao pouso de duas sondas na superfície marciana, fica sempre a dúvida se não se procurou no local errado. A análise

química do solo, dos dois locais onde as Viking pousaram, também não mostrou sinais de compostos orgânicos, algo que se pode explicar pela ausência de uma camada de ozono, o que leva, na actualidade, a uma incidência de elevada radiação ultravioleta sobre a superfície, criando uma química destrutiva para eventuais compostos orgânicos.

Marte possui água no estado sólido. Os estudiosos pensam que ela se poderá encontrar um pouco abaixo da superfície, em regime de "permafrost". Os resultados das últimas sondas, em particular da Mars Global Surveyor e da Mars Odyssey, são bastante animadores e permitem condicionar a futura exploração de Marte por missões que arrancam já proximamente, como a sonda europeia Mars Express com o Beagle 2 um sofisticado "kit" laboratorial que, se tudo correr bem, pousará no Natal deste ano em Marte e iniciará um complexo estudo da procura de assinaturas de uma vida passada ou actual sobre o planeta. Outras missões se seguirão.

O quarto planeta do sistema solar, mostra-se, depois da Terra, como o local mais promissor a encontrar traços de vida, apresentando-se ainda como o mais adequado a uma exploração e ocupação humana no futuro.

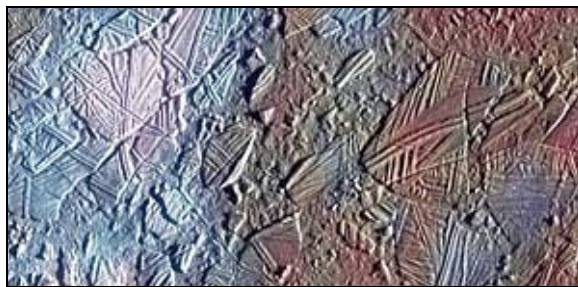
Uma grande incógnita que paira sobre Marte é porque razão as suas condições são hoje bem diferentes das de um passado longínquo. Para muitos astrónomos, a ausência de uma verdadeira lua, é talvez o factor responsável. Sabemos que na Terra, a Lua é importante na estabilização dinâmica do eixo de rotação terrestre, permitindo que a sua inclinação não flutue acentuadamente e, consequentemente, que o clima apresente uma certa estabilidade. Marte possui dois pequenos calhaus - Fobos e Deimos - dois velhos asteróides certamente capturados à cintura daqueles corpos. Não apresentam nenhum efeito sobre a estabilidade do eixo do planeta e por isso o clima em Marte é caótico variando entre períodos em que a água nos três estados é possível e outros em que o planeta mais parece um deserto ventoso. Tudo isso não obsta a que em formações sedimentares, perto dos pólos ou em antigos pequenos lagos alguns extremófilos possam ter sobrevivido ou tenham deixado o seu registo fóssil.

Titã é um caso paradigmático no sistema solar. Um dos maiores satélites de Saturno, Titã é a única lua do sistema solar a possuir uma densa atmosfera, um facto confirmado já em 1944 por Gerard Kuiper (1905-1973). Muita informação sobre esta lua foi obtida pelas sondas Voyager que em 1980 e 1982 passaram pelas proximidades deste mundo, revelando alguns dos seus segredos. A sua densa atmosfera é essencialmente composta por azoto, algum metano e hidrogénio que retêm algum do calor do Sol dando origem a um pequeno "efeito de estufa". Estes gases reagem numa química orgânica à qual a estabilidade climática de Titã está ligada. Experiências laboratoriais mostram que o metano é atingido fotoquimicamente produzindo etano, acetileno, etileno e, quando combinado com o hidrogénio, ácido cianídrico, uma molécula importante na elaboração de aminoácidos. A atmosfera do satélite é assim vista como uma espécie de Terra primitiva onde as primeiras síntese pré-bióticas tiveram lugar. Observações recentes no infravermelho, efectuadas pelo Telescópio Espacial Hubble e pelos telescópios Keck mostram regiões escuras na superfície do satélite, com dimensões de 250 Km, estruturas que poderão corresponder a oceanos e lagos líquidos de etano que devem cobrir parte do satélite. Pensa-se também que lua é sujeita a chuvas de metano líquido, um cenário que poderá às sínteses bióticas. De acordo com alguns investigadores, as zonas mais claras de Titã, evidenciadas pelo Hubble e Keck podem corresponder a planaltos de gelo de água, envolvidos pelas manchas escuras que corresponderiam a superfícies sólidas e líquidas de moléculas orgânicas. É todo este fabuloso mundo que a sonda Huygens, a bordo da missão Cassini, irá tentar estudar a partir de Novembro de 2004, quando atravessar a atmosfera de Titã e pousar na sua superfície. Esperam-se importantes revelações para compreender toda a química que antecede a origem da vida.



Visão artística da descida da sonda Huygens na atmosfera de Titã.

Europa, um dos mais pequenos satélites dos quatro grandes que orbitam Júpiter, tornou-se subitamente um dos mais promissores mundos para a astrobiologia, quando em 1979, o encontro com a sonda Voyager 2 confirmou aquilo que há muito se especulava: o satélite possuía um oceano de água interior, como consequência do efeito de maré provocado pelo gigante Júpiter. Não apenas a presença de água líquida mas a possibilidade da existência de fontes hidrotermais interiores, resultantes da energia que aí se acumula, são factores que permitem o desenvolvimento de comunidades vivas independentes da luz solar, algo semelhante ao que se passa nas chaminés vulcânicas dos fundos oceânicos onde arqueobactérias realizam quimiossínteses que estão na base de gigantescos e atípicos ecossistemas.



Superfície de Europa com a intrincada rede de fracturas e dinâmica crustal, processo ligados à actividade do oceano interior do satélite.

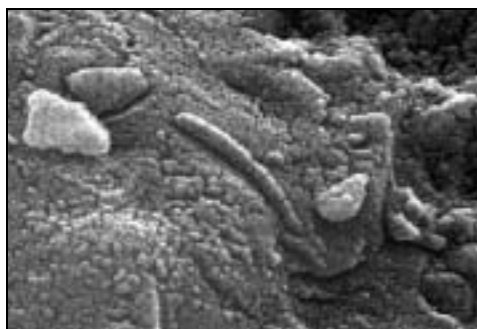
Quem sabe se o mesmo não se passará em Europa e noutros satélites de Júpiter (Calisto é também um caso apontado) ? O estudo efectuado pela sonda Galileo veio fornecer muitos mais dados sobre estes fascinantes satélites e colocar a questão da necessidade de uma exploração dos oceanos interiores de Europa. Embora ainda nada esteja decidido, algumas missões começam já a ser desenhadas e a construção de "criorobôs", submersíveis automáticos que furem a camada de gelo e penetrem nos oceanos interiores de Europa está já nos planos de alguns programas astrobiológicos da NASA. O aproveitamento de algumas fracturas visíveis na superfície de Europa que darão acesso mais facilitado a esse oceano de incógnitas será uma via a explorar, embora difíceis problemas tecnológicos se coloquem a uma futura exploração de Europa.

A química orgânica do sistema solar não se limita aos mundos que acabamos de falar. Dissemos já no capítulo anterior que os núcleos cometários e alguns meteoritos primitivos, como os condritos carbonáceos, são repositórios de matéria orgânica que teve origem na própria nébula. Para além de certamente terem contribuído com esse material para as superfícies planetárias, o estudo destes dois tipos de corpos ainda tem muito para nos ajudar a compreender os passos intermédios entre a matéria inorgânica e a vida.

Um caso mediático e que não gostaríamos de deixar de opinar é relativo à proclamada descoberta de fósseis marcianos no meteorito ALH 84001. Embora não restem dúvidas da proveniência do meteorito de Marte, como consequência de um violento impacto sobre a superfície, o mesmo não se pode dizer das alegadas estruturas biológicas fossilizadas presentes no mesmo. Outras sugestões parecem explicar muitas das observações.

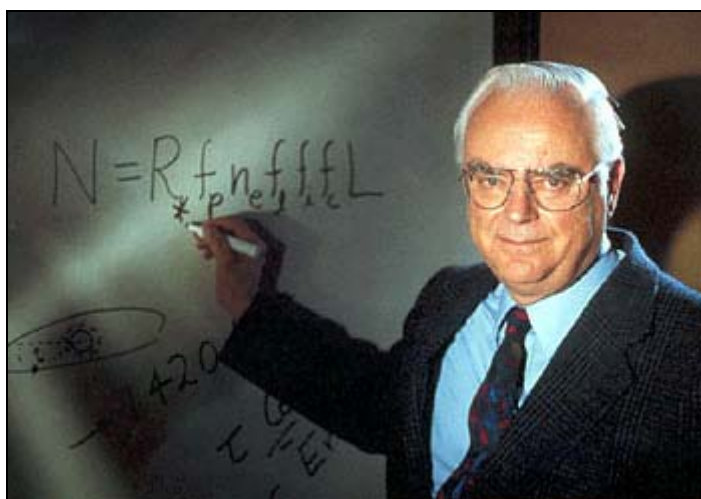
O estudo geológico do ALH 84001 revela a sua história. Trata-se de uma rocha ígnea que foi formada a partir de um magma na base de uma câmara magmática de um antigo vulcão marciano há cerca de 4,5 mil milhões de anos. 500 milhões de anos depois foi deformada por um violento choque, provavelmente o resultado de um impacto de um asteroide ou grande meteorito, ficando exposta aos agentes superficiais. Depois, há 3,6 mil milhões, um líquido circundante levou à deposição de glóbulos arredondados de um mineral carbonatado nas fissuras da rocha ígnea. Há cerca de 15 milhões de anos, o ALH 84001 foi expelido da superfície de Marte por um violento impacto tangencial que fez com que a rocha escapasse do campo gravítico do planeta, andasse à deriva pelo sistema solar e viesse a colidir na Antártida, há 13 mil anos, sendo encontrada em 1984. Doze anos depois, o seu estudo por David McKay e outros investigadores do Johnson Space Center da NASA levantou uma das grandes controvérsias planetárias dos últimos tempos. McKay e a sua equipa dizem ter descoberto nas formações carbonatadas do meteorito umas estruturas segmentadas e alinhadas que lembram bactérias fossilizadas, embora muito mais pequenas que qualquer estrutura viva da Terra, matéria orgânica do tipo de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAHs) e cristais de magnetite, por vezes o produto de actividade biológica. Outras equipas, principalmente o grupo de Harry McSween, da Universidade do Tennessee, talvez os maiores especialistas em meteoritos marcianos - os SNC, como são conhecidos - demonstraram que as estruturas em forma de anel são inorgânicas, bem como a magnetite, e os PAHs são contaminação terrestre, embora compostos deste tipo sejam comuns em muitos outros meteoritos e mesmo nas nuvens interestelares.

Apesar de não encerrada, a polémica em torno do ALH 84001 aponta para que as estruturas nada tenham que ver com processos biológicos. De qualquer forma este debate lançou a astrobiologia e a procura de vida em Marte para as primeiras páginas dos jornais e, consequentemente, para uma série de financiamentos sobre a vida para além da Terra. Um assunto que continuaremos a analisar no próximo capítulo, dando ênfase às últimas e polémicas questões da astrobiologia.



Hipótéticas formas fossilizadas no meteorito ALH 84001.

Existe um consenso entre os astrobiólogos de que os locais onde a vida surgiu parecem ser frequentes em diferentes partes do universo. A matéria-prima para a vida e as moléculas orgânicas aparecem-nos por todo o lado, desde alguns meteoritos primitivos, nos cometas, nos planetas gigantes, em muitos satélites desses planetas e no espaço interplanetário. O espaço entre as estrelas e mesmo as nuvens que estão a originar estrelas e planetas estão repletos de água, de matéria orgânica e energia necessária às sínteses pré-bióticas. Claro que isto não é o mesmo que afirmar que a vida existe nesses locais, mas considerando a imensidão do espaço, as condições em que a vida surgiu na Terra e os ambientes favoráveis e convidativos que existem será insensato pensar que a vida só na Terra encontrou as condições ideais para se desenvolver. Mas que dizer de formas evoluídas de vida? Vida inteligente e vida que tenha a capacidade de comunicar com a nossa espécie?



Frank Drake e a sua famosa equação que tenta calcular o número de civilizações tecnológicas na nossa galáxia com a possibilidade de estabelecerem comunicações entre si.

Na segunda metade do século XX criou-se a ideia de que a vida inteligente era quase uma inevitabilidade cósmica e muitos calcularam mesmo quantas civilizações extraterrestres existiriam na nossa galáxia. Imbuídos de um optimismo que Carl Sagan (1934-1996) tanto ajudou a criar, várias foram as propostas para o número de planetas habitados e um cálculo muito lógico é apresentado pelo cientista, escritor de ficção científica e divulgador Isaac Asimov (1920-1992) no seu livro "Extraterrestrial Civilizations". Depois de uma aturada análise dos factores que influenciam o aparecimento de planetas, vida, vida inteligente e civilizações tecnológicas do tipo da nossa, Asimov chega à conclusão que "o número de planetas na nossa galáxia nas quais existem hoje civilizações tecnológicas é de 530 mil". O raciocínio de Asimov baseia-se na análise dos parâmetros de uma fórmula para o cálculo do número de civilizações comunicativas apresentada pelo astrónomo Frank Drake, hoje conhecida como Fórmula de Drake e que tem a seguinte expressão:

$$N = R^* \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times L$$

em que R^* é a velocidade média de formação de estrelas; f_p é a fracção de planetas; n_e representa o número médio de planetas em cada sistema planetário com condições ideais para a origem e evolução de vida; f_l corresponde à fracção de planetas em que a vida pode realmente desenvolver-se; f_i a fracção de planetas possuidores de vida, onde se tem desenvolvido vida inteligente; f_c a fracção de planetas onde há vida inteligente, que pode dar origem a uma civilização comunicativa; L o tempo de existência de uma civilização técnica.

De todos os factores apresentados, os astrónomos apenas tem um real conhecimento de R^* das estatísticas estelares e observações astrofísicas, e, nos últimos tempos, algo se pode dizer da fracção de estrelas com planetas. Todos os outros factores são verdadeiras incógnitas e é curioso ver as diferentes e mais variadas aproximações a cada um deles. Em resumo, pode dizer-se que para uma galáxia do tipo da Via Láctea N , o número de civilizações tecnologicamente avançadas com capacidade de comunicar connosco pode variar entre vários milhões e um - a nossa. Por estas razões os astrónomos encetaram, desde 1960, um programa de procura e escuta de possíveis civilizações extraterrestres, uma iniciativa que tem hoje continuidade no SETI Institute, uma entidade não governamental que coordena diferentes projectos de procura de sinais de prováveis civilizações extraterrestres. É um programa ingrato, porém entusiasmante e necessário. Como já alguém afirmou a propósito do "Search for Extraterrestrial Intelligence", "é como procurar uma agulha num palheiro sem saber se a agulha lá está".

Uma coisa porém que dá que pensar a muita gente é porque razão, se há noutros mundos seres superiores, eles não comunicam connosco nem nunca nos visitam. Seria de esperar, pelo menos, que tivessem deixado sinais das suas visitas. Estaremos sós no Universo? Onde está toda a gente?

Esta foi a pergunta que há pouco mais de meio século o físico Enrico Fermi (1901-1954), Prémio Nobel da Física, inteligentemente colocou. Depois da bomba atómica, no início da escaldante Guerra Fria e na paranóia norte-

americana dos discos voadores, esta era uma pergunta inevitável. Ficou conhecida como Paradoxo de Fermi e desde que foi apresentada centenas de respostas têm sido apresentadas, embora nenhuma verdadeiramente satisfatória.

Será que as civilizações, por um fanatismo social ou religioso, colapso económico ou esgotamento das reservas energéticas e alimentares, guerras, epidemias ou outras catástrofes se destroem ? Será que a vida forçosamente, noutros locais, evoluiu no sentido da inteligência e de formas semelhantes à nossa, com curiosidade, o gosto pela exploração espacial e o interesse em contactar eventuais extraterrestres ?

Para alguns, mais próximos das paraciências, a questão já tem resposta: os ET's andam por aí, já nos visitaram, quem sabe até favoreceram o nosso aparecimento, mas mantêm uma postura mais ou menos discreta. Muito bem: e onde estão as provas ? Se queremos brincar com o assunto é melhor dizer que os extraterrestres existem, escutam as nossas contínuas e diversificadas emissões televisivas e, com efeito, perante a quantidade de lixo televisivo e atrocidades que são enviadas para o "éter", eles não nos acham de forma nenhuma inteligentes e dignos de uma visita, uma sugestão que eu apoio, se é que há extraterrestres para nos escutarem.

Em 2000, dois astrobiólogos da Universidade de Washington, o paleontólogo Peter Ward e o astrofísico Donald Brownlee, lançaram um polémico e revolucionário livro ("Rare Earth") em que explicavam porque a vida complexa é pouco comum no universo. Baseados no único exemplo que temos à disposição - a Terra - aqueles estudiosos, esquematizaram um grupo de requisitos raros de acontecerem no conjunto, mas necessários para que a vida pudesse atingir formas superiores como a nossa. Lançaram a teoria da Terra Rara que constitui uma mudança de paradigma num assunto que tanta discussão tem gerado.

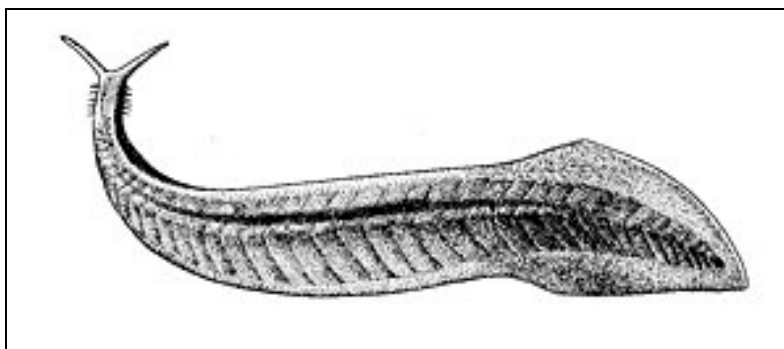
A tese daqueles cientistas é baseada no amplo conhecimento da história da Terra e nas exigências cósmicas que tornam difícil o desenvolvimento da vida para formas mais complexas que as simples bactérias. Embora discutam os amplos limites em que a vida simples pode adaptar-se - os extremófilos outrora inimagináveis na Terra e que podem ser frequentes por todo o universo e mesmo no nosso sistema solar - Ward e Brownlee lembram as condicionantes e contingências para que a vida se desenvolva para formas mais complexas.

Há um conjunto de exigências cósmicas e terrestres que tornam difíceis a vida deixar a forma microbiana. E muito menos, obtermos um "filme" da vida semelhante ao que se passou na Terra. Só nos últimos tempos, fruto do acumular de conhecimentos geológicos e astronómicos, é possível aos cientistas apreciar os factores raros que permitiram cooperar para tornar a Terra uma casa ideal para a vida complexa. Entre muitos outros, a órbita estável de Júpiter, a presença da Lua, os megaimpactos de cometas e asteróides e as extinções em massa, a Tectónica de Placas, a quantidade ideal de água e a posição correcta do planeta, não apenas no sistema solar, mas na Galáxia. Seria necessária a análise de todos estes factores, impossível de aqui ser feita com pormenor, mas os geocientistas sabem bem como a história da vida na Terra e o aparecimento de espécies mais complexas, algo mais que as simples bactérias, é um fenómeno difícil e contingencial.

Falemos num caso muito interessante, designado por "explosão do Câmbrio". Há 545 milhões de anos, dá-se na Terra uma impressionante explosão da vida, por muitos designada o "big bang" da evolução animal. O que se passou nessa altura ? Não se sabe ao certo, mas por essa época, as rochas registam uma variada e complexa fauna de invertebrados. Os mais vulgares eram talvez as trilobites (artrópodes que apresentam o corpo trilobado longitudinalmente e transversalmente). Alguns jazigos de fósseis dessa altura, como os famosos xistos de Burgess, no Canadá, apresentam estranhas criaturas fossilizadas que hoje estão completamente extintas. Outros artrópodes, pólipos, holotúrias e mais de 50 mil espécies foram já descritos.



Os megaimpactos de corpos cósmicos, como o que ocorreu há 65 milhões no final do Cretácico, condicionaram a evolução da vida na Terra. Se este não tivesse acontecido, o mundo seria ocupado pelos descendentes dos dinossauros.



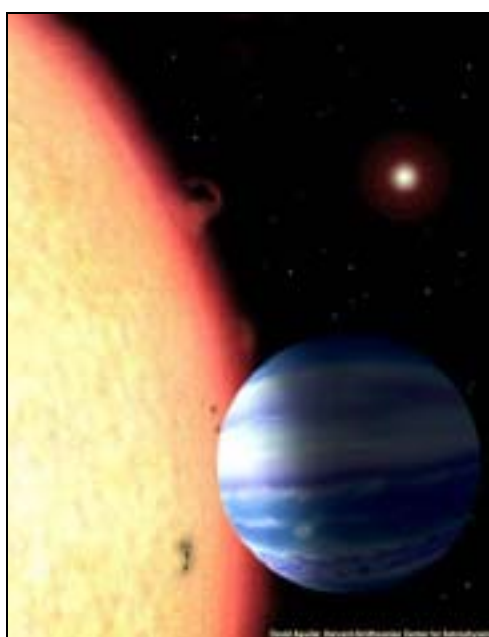
A sobrevivência de *Pikaia*, um cordado dos tempos câmbrios que está na ascendência da nossa espécie, foi uma simples contingência da história da Terra. Se *Pikaia* se tivesse extinto nós certamente não estaríamos aqui.

A verdade é que quase todos esses seres do câmbrio desapareceram misteriosamente. Entre outros, houve um muito especial, porém, que escapou e evoluiu rapidamente. Chamava-se "Pikaia" e é o cordado mais antigo que se conhece. Foi uma das inúmeras hipóteses que na altura poderiam ter resultado. Se "Pikaia" não tivesse sobrevivido, nós estávamos fora da história futura - todos nós, desde o tubarão, o beija-flor, o chimpanzé, etc.. A sobrevivência de "Pikaia" foi uma simples contingência, um acaso da história da vida no nosso Mundo. Para o paleontólogo Stephen Jay Gould (1941-2002), "o facto de a evolução ter incluído o 'Homo sapiens' é uma maravilha, pois uma cadeia de eventos tão curiosa, provavelmente, nunca ocorreria de novo".

Outro argumento em favor da ideia da Terra Rara tem sido a descoberta de novos sistemas planetários. Desde que em 1995, os astrónomos Michel Mayor e Didier Queloz, do Observatório de Geneva anunciaram a descoberta de um planeta em torno da estrela 51 Pegasi, as revelações de outros planetas, em torno de estrelas com características semelhantes às do Sol, não pararam de surgir. São conhecidos para cima de 100 estrelas acompanhadas de planetas. Estes aparecem geralmente em estrelas com características muito idênticas às do nosso Sol e com uma atmosfera estelar enriquecida em elementos pesados, quando comparada com a maioria das estrelas da vizinhança solar. Esta indicação é um facto importante não apenas para a continuação das buscas futuras mas também para nos ajudar a compreender como se formam os sistemas planetários.

Com base em modelos teóricos, análise de discos de poeira em torno de outras estrelas e com as informações dos meteoritos, os astrónomos sabem como o nosso sistema solar se formou a partir de uma nuvem interestelar enriquecida em elementos pesados e que por rotação e achatamento para o plano equatorial deu origem aos diferentes corpos (planetas, satélites, asteróides e cometas) que hoje observamos no Sistema Solar. Os corpos mais refractários (com minerais e ligas de metais) encontram-se na proximidade do Sol e os planetas gigantes e gasosos ocupam as zonas mais distantes. Há uma lógica para que isto assim seja: quanto mais nos afastamos do Sol, menores as temperaturas e consequentemente a razão da distribuição atrás exposta.

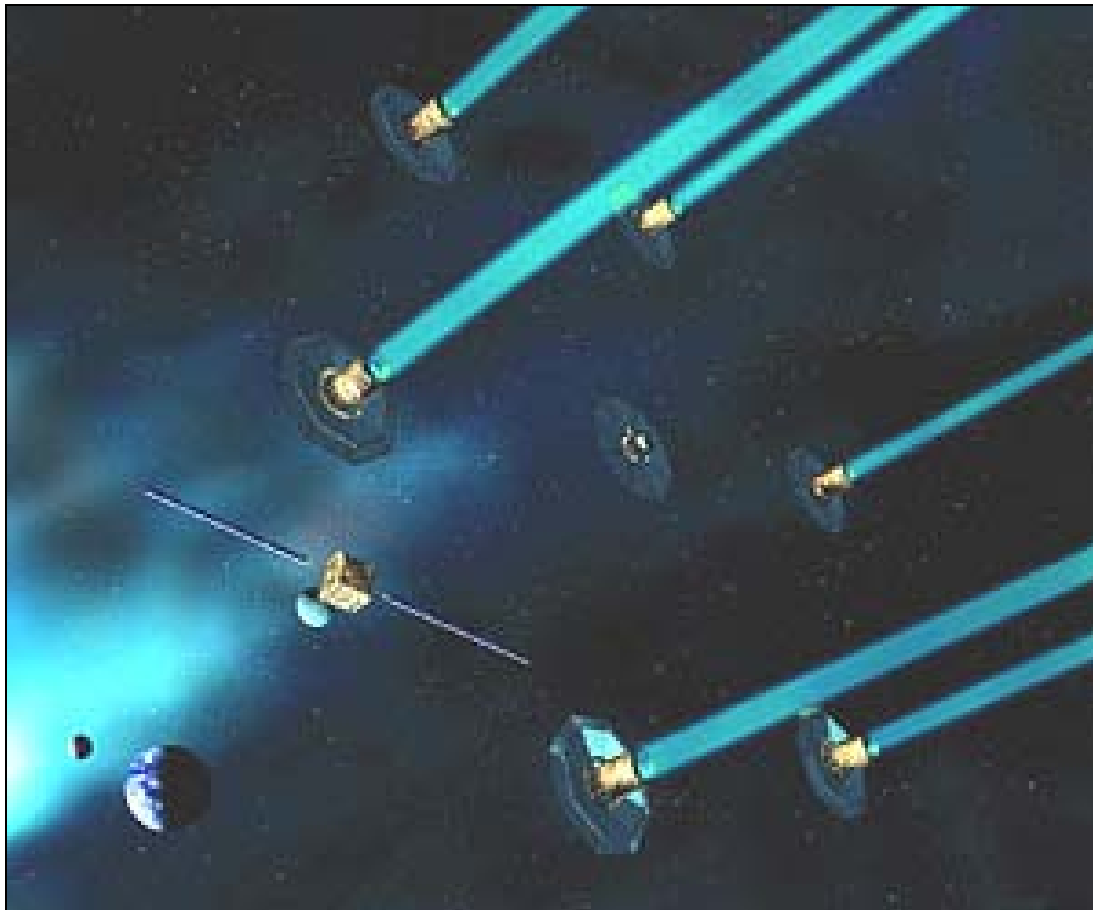
Esta particularidade, todavia, não tem sido notada nos novos sistemas planetários. Também ainda não existe tecnologia que permita detectar planetas do tipo terrestre. Só daqui por alguns anos, com o recurso a novos métodos de observação e telescópios que trabalharão em interferometria, será possível inferir da existência de corpos com 10 vezes a massa da Terra e daí ficar com melhores ideias sobre como os sistemas planetários se formam.



Planetas gasosos em órbitas muito próximo das estrelas parece ser a regra dos novos sistemas planetários que desde 1995 vêm sendo descobertos.

O grande problema com os novos sistemas planetários - com um, dois ou três planetas, em torno da estrela central - é que os grandes planetas estão situados bem perto da estrela, às vezes em órbitas que por vezes caberiam dentro da órbita de Mercúrio em torno do Sol. Para além da dificuldade em explicar estas órbitas, a sua verificação deixa pouco ou nenhum espaço para a presença de corpos mais pequenos, com uma superfície sólida e com água líquida.

Se estas descobertas são a norma - como tudo até agora parece apontar - então o nosso sistema planetário é uma excepção. Mas se há uma excepção é bem possível que existam muitas mais...



O Projecto Darwin da Agência Espacial Europeia que certamente possibilitará no futuro a descoberta de planetas tipo terrestre.

Como seria de esperar a teoria da Terra Rara, de Ward e Brownlee esteve nos últimos anos sujeita a um intenso bombardeamento intelectual, principalmente por parte de astrónomos e biólogos. Para o matemático Ian Stewart e o biólogo Jack Cohen, as ideias da Terra Rara mostram um certo provincianismo biológico, uma espécie de recusa perante as possibilidades que a vida e a sua evolução podem assumir. Formas bem diferentes e inesperadas de sistemas de informação e replicação podem existir no universo. Formas com bioquímicas de alternativa, com solventes como o amoníaco, uma química à base do silício, ou criaturas ainda mais exóticas, cuja existência poderá depender da conversão directa de radiação. No fundo, sistemas independentes do carbono e do código genético vivendo no vazio do espaço cósmico, mesmo até independentes da própria matéria. Ficção científica? Os dois autores, conhecidos cientistas e investigadores nas ciências da complexidade, dizem que não. Mas a existirem essas estranhas formas de vida caberiam na categoria da vida-como-nós-não-a-conhecemos. E isso, obviamente ultrapassa o próprio domínio da astrobiologia, o estudo da vida no universo, da vida-tal-como-nós-a-conhecemos. E para estes cientistas um olhar para a vida no cosmos deve seguir os princípios da xenobiologia, a biologia do estranho, quiçá um capítulo futuro da astrobiologia e que foge inteiramente aos métodos científicos de hoje.

O bioquímico J. B. Haldane (1892-1964) afirmou um dia que "o universo não é mais estranho do que imaginamos, mas mais estranho do que podemos imaginar". Os actuais estudos nesta fervilhante área do conhecimento que é a astrobiologia assim o mostram. Uma área em que os temas abraçam já os currículos de prestigiadas universidades internacionais, com dinâmicos e interdisciplinares centros fazendo investigação de ponta ligada às grandes agências espaciais. Uma ciência que terá certamente um futuro muito promissor.