

Um Nobel de outros mundos

Nuno C. Santos

Instituto de Astrofísica e Ciências do Espaço, CAUP, Rua das Estrelas, 4150-762 Porto

Departamento de Física e Astronomia, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre, 4169-007 Porto

Resumo

A descoberta de outros mundos, planetas a orbitar outros sóis, apaixonou filósofos e cientistas ao longo de toda a história da humanidade. A curiosidade associada inspirou livros e filmes, tornando-se parte do imaginário de todos nós. O prémio Nobel da Física deste ano premiou quem ousou mostrar-nos que de facto esses mundos existem, uma descoberta que abriu caminho para o que é hoje uma das áreas de maior impacto na astrofísica moderna.

Introdução

Ao longo de grande parte do século XX, diversos foram os esforços para procurar outros “sistemas solares” [1]. Mas, até meados dos anos 90 do século XX, a dúvida pairava de forma incómoda entre os investigadores. Alguns estudos apontavam mesmo para a raridade dos sistemas planetários [2]. Mas será que estávamos mesmo sozinhos neste Universo tão vasto?

Em 1995 tudo mudou, quando os astrónomos suíços Michel Mayor e Didier Queloz anunciaram a deteção de um planeta gigante semelhante em massa a Júpiter [3] a orbitar uma pequena estrela parecida ao Sol (de nome 51 Pegasi, fig. 1) e que se encontra a uns meros 50 anos-luz do nosso Sistema Solar. A descoberta foi possível através de um método que os astrofísicos chamam de “velocidades radiais” (fig. 2). O princípio é simples, e tinha já sido proposto nos anos 30 do século XX [4,5]. Quando uma estrela tem um planeta em sua companhia, a ação gravitacional deste leva a própria estrela a percorrer uma órbita no espaço em torno do centro de massa do sistema. Na verdade, ambos os corpos (planeta e estrela) dançam em torno um do outro. Assim, e visto por nós, a estrela vai parecer afastar-se a aproximar-se de nós, à medida que rodopia em torno do seu companheiro.

Sabemos também que, quando um objeto se afasta de nós, a sua luz (o seu espectro de radiação eletromagnética) fica mais vermelho. Quando se aproxima, fica mais azul. Para medir estas variações de Doppler (que são muito subtis), os astrofísicos utilizam um espectrógrafo, um instrumento capaz de decompor a luz das estrelas nas suas várias cores. A análise dos dados permite perceber se o espectro que está a ser observado num dado instante está mais azul ou mais vermelho do que era esperado. A diferença de “cor” permite medir a velocidade da estrela, ou a sua variação, na direção da linha que a une ao observador (a direção “radial”).

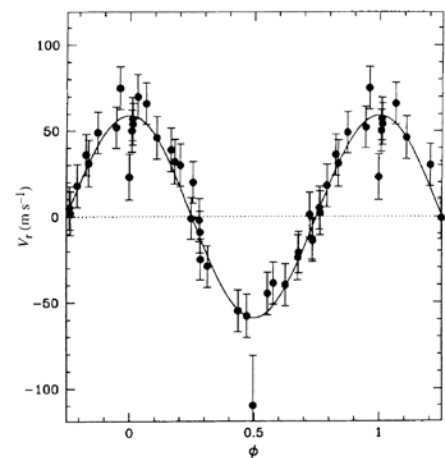


Figura 1 - Curva de velocidades radiais da estrela 51 Pegasi que levou à descoberta do primeiro exoplaneta conhecido a orbitar uma estrela semelhante ao Sol. Por conveniência, os dados são apresentados em função da fase orbital (e não em função do tempo). O sinal observado indica a presença de um planeta com uma massa equivalente a ~50 % a massa de Júpiter numa órbita de curto período (4,2 dias). Tirado de [3].

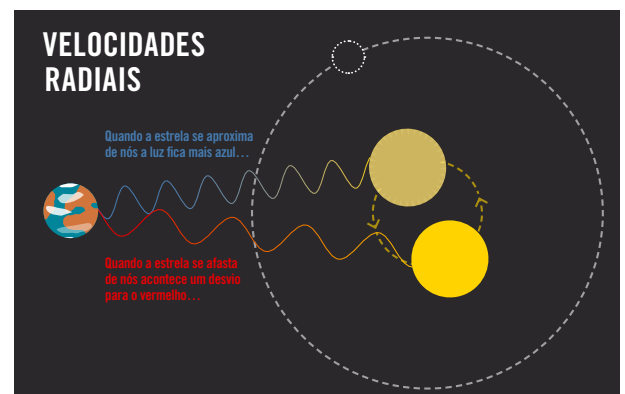


Figura 2 - Ilustração do princípio do método das velocidades radiais. Copyright: Planetário do Porto / Paulo Pereira.

Assim, se ao observarmos uma estrela detetarmos variações periódicas na velocidade radial podemos suspeitar que esta deverá ter um companheiro que a faz “oscilar”. A amplitude do sinal observado informa-nos sobre a massa deste.

Note-se que, para medir a velocidade de uma estrela com grande precisão, temos de ter uma referência de comprimento de onda. No caso de uma estrela

semelhante ao Sol, podemos para o efeito utilizar as numerosas riscas espectrais observadas no seu espectro. Estas são produzidas por transições eletrónicas em átomos e iões de vários elementos químicos presentes na sua atmosfera, cujo comprimento de onda é bem conhecido.

O desafio das velocidades radiais

Apesar do conceito ser simples, utilizar a técnica das velocidades radiais para detetar planetas a orbitar outras estrelas não é uma tarefa fácil. Em primeiro lugar, a amplitude do sinal esperado aumenta com a massa do planeta e é inversamente proporcional à distância orbital. Assim, a técnica das velocidades radiais é mais sensível a planetas de grande massa e período orbital curto. A deteção de uma outra Terra a orbitar outro sol não é assim uma tarefa fácil. Para referência, Júpiter, o maior planeta do Sistema Solar (tem o equivalente a 318 vezes a massa da Terra), induz no Sol um movimento com uma amplitude de apenas 13 m/s. Já a nossa “pequena” Terra induz um sinal de apenas 10 cm/s. Em comprimentos de onda visíveis pelo olho humano (a 6000 angströms), medir um sinal com esta amplitude é equivale a distinguir dois espectros que estão separados de uns meros 2×10^{-5} angström.

Durante várias décadas, o desafio tecnológico para se atingir este tipo de precisão impediu a deteção de exoplanetas utilizando esta técnica. Os melhores espectrógrafos existentes na década de 1980 permitiam atingir precisões de apenas algumas dezenas ou centenas de m/s. No entanto, tal permitia detetar e estudar sistemas binários de estrelas, um tema que ainda hoje tem grande relevância científica. Foi aliás com esse objetivo que vários espectrógrafos foram desenvolvidos, alguns deles pela equipa de Michel Mayor.

Em 1995, o avanço tecnológico, em particular o aparecimento dos detetores de CCD, tinham já permitido construir espectrógrafos capazes de determinar a velocidade radial de uma estrela com uma precisão de aproximadamente 10 m/s. A descoberta de planetas gigantes, semelhantes a Júpiter, estava finalmente ao alcance dos astrofísicos.

Foi justamente com esse tipo de precisão, utilizando o espectrógrafo ELODIE (um instrumento desenvolvido sob a liderança de Michel Mayor) que a equipa suíça deu um passo de gigante na “descentralização” da humanidade. Não só a Terra (com todos os problemas que dominam os telejornais) orbitava uma estrela pequena e normal (o Sol), como se descobria que pelo menos uma outra estrela parecida com o Sol tinha um planeta à sua volta.

Inspirado no nome da sua estrela, o novo planeta (o primeiro planeta extrassolar, ou exoplaneta, a ser descoberto) recebia o “pomposo” nome de 51 Pegasi b (o “b” denuncia o companheiro)¹. Mas a falta de imaginação que os cientistas têm para dar nomes aos planetas contrasta com a importância científica e

sociológica da descoberta.

O primeiro impacto

Na realidade, a descoberta de Mayor e Queloz não se limitou a anunciar o primeiro exoplaneta. O 51 Pegasi b é aquilo que em 1995 os astrónomos chamavam de “impossível”. Trata-se de um planeta gigante gasoso, como Júpiter. Mas ao contrário do gigante do Sistema Solar, o 51 Pegasi b está muito perto da sua estrela: o semieixo maior da sua órbita tem uma dimensão de apenas 0,05 unidades astronómicas, o que lhe confere um período orbital de apenas 4,2 dias. Com uma órbita tão pequena, espera-se que estes planetas sejam muito quentes. Esse facto deu aos planetas gigantes de curto período orbital, dos quais o 51 Pegasi b é o primeiro exemplo, a alcunha de “Júpiteres quentes”.

O problema desta descoberta era que todos os modelos existentes à época, e inspirados no único sistema planetário conhecido (o Sistema Solar), sugeriam que os planetas gigantes gasosos se formavam longe das suas estrelas. De acordo com o modelo mais aceite, um planeta gigante forma-se pela acreção de gás em torno de um núcleo sólido previamente formado. Para que este processo ocorra, ou seja, para que o gás possa colapsar no núcleo (por um processo de instabilidade de Jeans), este tem de ter o equivalente a ~10 vezes a massa da Terra. Ora, sabemos também que os elementos mais abundantes no Universo, para além do hidrogénio e o hélio, e que existem naturalmente na forma gasosa, são o carbono, o oxigénio e o azoto. Estes três elementos tendem a formar gelos (e.g. CO₂, H₂O), mas estes só podem existir na forma sólida longe da estrela, onde as temperaturas são mais baixas. No caso do Sistema Solar, tal apenas ocorre a distâncias superiores a ~2,7 unidades astronómicas do Sol. Assim, apenas longe da estrela temos material sólido em abundância suficiente para formar os núcleos dos planetas gigantes.

Em resumo, pelo conhecimento existente em 1995 era virtualmente impossível imaginar a existência de um planeta gigante tão perto da sua estrela. Mas Mayor e Queloz não se deixaram iludir pelos “preconceitos” existentes, e decidiram que era altura de os pôr em causa. Estavam realmente convencidos que o que estavam a detetar nos dados era realmente o sinal produzido pela presença de um planeta.

O tempo e a ousadia deram-lhes razão: 24 anos depois deram-lhes também o reconhecimento do prémio Nobel da Física. Logo em 1996, uma equipa de astrofísicos norte-americanos publicou um artigo [6] em que mostrava, utilizando modelos teóricos, que um planeta em formação longe da sua estrela pode “migrar” para mais perto desta por interação gravitacional com o meio circundante. Os planetas formam-se pela acumulação de matéria em discos de gás e poeira que orbitam a estrela em formação (os discos são constituídos por material com momento angular demasiado elevado para se juntar à estrela). Mas o disco pode interagir gravitacionalmente com o planeta, exercendo um torque que, na maior parte dos casos, leva o planeta a espiralar para mais

¹ Sobre a nomenclatura de exoplanetas ver: https://www.iau.org/public/themes/naming_exoplanets/european_portuguese

perto do seu sol. O processo de migração orbital permitiu conciliar as observações com a teoria, e explicar de forma natural a descoberta de Mayor e Queloz.

Note-se que o facto do primeiro exoplaneta descoberto ter sido um “Júpiter quente” decorre da maior sensibilidade da técnica das velocidades radiais a planetas desse tipo. Na realidade, hoje sabe-se que este tipo de mundos é relativamente raro. Apenas ~0,1 % das estrelas semelhantes ao Sol têm planetas gigantes de curto período orbital.

Medir os planetas

A descoberta do 51 Pegasi b fez a comunidade sonhar com a possibilidade de detetar outras terras. E de facto não demorou para que outros planetas se juntassem à lista, abrindo caminho para uma nova área da astrofísica. Muitas vezes a ciência funciona assim: é difícil encontrar o primeiro, mas quando sabemos como o fazer, é só puxar a linha.

Em 1999, uma outra descoberta veio dar mais um empurrão ao crescente desenvolvimento desta nova área de investigação. Até então, todos os exoplanetas conhecidos tinham sido detetados utilizando a técnica das velocidades radiais. Assim, e para além de parâmetros orbitais como o período ou a excentricidade da órbita, os astrofísicos apenas conseguiam obter informação sobre a massa do planeta. Nada era conhecido sobre as dimensões físicas dos planetas descobertos.

Mas os astrofísicos sabiam que, com um pouco de sorte, seria possível detetar exoplanetas utilizando uma outra técnica. Em particular, se a órbita do planeta tiver uma configuração geométrica tal que, uma vez a cada órbita, o leve a passar em frente à sua estrela, podemos esperar detetar um chamado “trânsito” [7] (semelhante ao trânsito de Vénus e de Mercúrio em frente ao Sol, fig. 3). Para uma estrela parecida com o Sol, quanto mais próximo estiver o planeta da sua estrela (i.e., quanto menor for o semieixo maior da sua órbita), mais provável é que esse fenómeno seja observado. No caso de um planeta de curto período orbital, com uma órbita próxima da estrela, a probabilidade de tal acontecer é de cerca de 10 %. A descoberta de planetas como o 51 Pegasi b abria por isso excelentes perspetivas de se conseguir observar esse fenómeno.

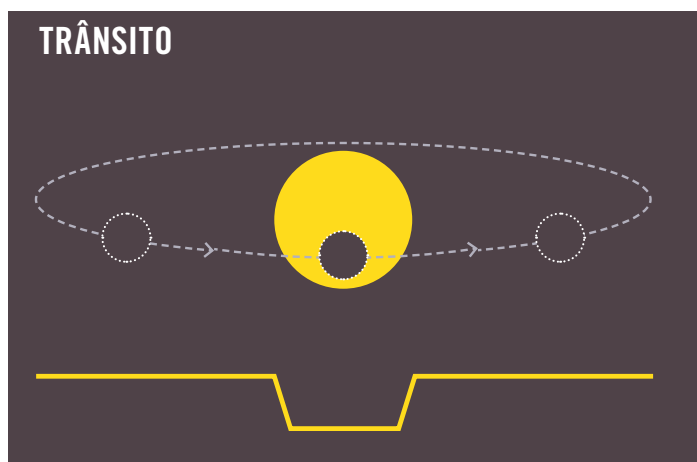


Figura 3 - Esquema para ilustrar o trânsito de um exoplaneta em frente à sua estrela. Visto pelo observador, quando o planeta atravessa o disco da estrela vai bloquear parte da luz desta. Assim, a estrela parece diminuir momentaneamente o seu brilho (a curva em amarelo em baixo). Copyright: Planetário do Porto / Paulo Pereira.

Infelizmente, para um exoplaneta a orbitar uma estrela distante, e ao contrário do que acontece com Mercúrio ou Vénus, não é possível observar a sombra do planeta a atravessar o disco do Sol. O fenómeno do trânsito pode, no entanto, ser observado através da medição do brilho da estrela. Quando o planeta lhe passa à frente, bloqueia parte da luz que nos chega desta, dando momentaneamente a impressão de que a estrela ficou menos brilhante. Este fenómeno acontece uma vez em cada período orbital e a amplitude do sinal observado está relacionada com a dimensão física do planeta. Para um planeta como Júpiter podemos esperar uma variação de brilho de aproximadamente 1 %. No caso de um planeta como a Terra, este valor desce para aproximadamente 100 partes por milhão (um valor apenas mensurável a partir do espaço, onde estamos livres das perturbações causadas pela atmosfera da Terra).

Foi justamente esse o fenómeno que foi observado quando se tentou medir o brilho da estrela HD209458, um “pequeno Sol” à volta do qual tinha sido previamente detetado um planeta (HD209458 b) de massa semelhante a Júpiter e que, tal como o 51 Pegasi b, tinha um período orbital inferior a 5 dias. Os dados permitiram ainda medir o raio do planeta, o que juntamente com a massa inferida pelas velocidades radiais, nos deu informação sobre a sua densidade média. Os resultados mostraram que a composição do HD209458 b era semelhante à de um gigante gasoso como Júpiter. Mais ainda, esta descoberta permitiu desfazer quaisquer dúvidas que restassem sobre a existência de planetas deste tipo.

Mais e mais planetas

Motivadas pela descoberta do 51 Pegasi b, várias equipas encetaram esforços para procurar mais e mais planetas a orbitar outros sóis. No entanto, até ao início do século XXI apenas tinha sido possível descobrir planetas gigantes. Mas em 2004, o desenvolvimento de novos espectrógrafos (tal como o HARPS, do ESO) e de novos métodos para analisar os dados obtidos, permitiu finalmente descobrir planetas mais “pequenos” [8], com massas mais próximas à de Neptuno ou de uma “super-Terra” – Neptuno tem uma massa equivalente a cerca de 18 vezes a massa da Terra. Os dados que eram recolhidos, juntamente com o desenvolvimento de novos modelos teóricos, permitiam já inferir que os pequenos planetas, como a nossa Terra, eram na verdade os mais comuns. No entanto, não era fácil encontra-los.

Em 2009 foi dado um novo grande passo nesta área, com o lançamento da missão espacial Kepler, da NASA. Utilizando a técnica dos trânsitos, e observando acima da atmosfera terrestre, o Kepler mediu o brilho de milhares de estrelas durante vários anos consecutivos com uma precisão nunca antes conseguida. Os dados permitiram detetar milhares de trânsitos, muitos dos quais produzidos por planetas com dimensões equivalentes à de Neptuno

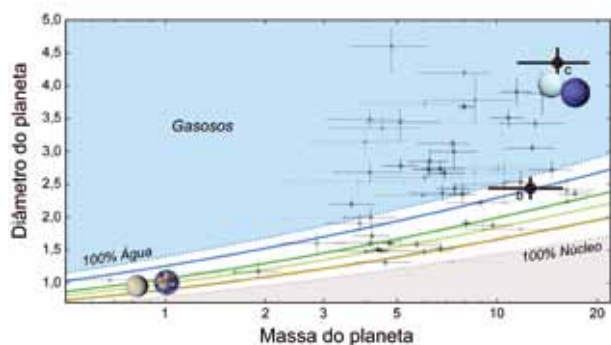


Figura 4 - Gráfico que representa a posição de vários exoplanetas (pontos, com respetivas barras de erro observacionais) conhecidos num diagrama massa-raio. Para comparação, no diagrama são igualmente ilustradas as posições ocupadas por Vénus e pela Terra (em baixo e à esquerda), e por Urano e Neptuno (em cima e à direita). As diferentes linhas correspondem à posição esperada para planetas com diferente composição química. Este tipo de diagramas permite estimar a composição química e a estrutura interna de um exoplaneta se for possível estimar o seu raio e a sua massa. Adaptado de [10].

ou à da nossa própria Terra (fig. 4). Infelizmente, a maioria dos planetas detetados pelo Kepler orbitam estrelas muito distantes e pouco brilhantes, para as quais é impossível utilizar velocidades radiais para determinar a sua massa.

Juntando os resultados dos vários estudos, foram até hoje detetados cerca de 4000 planetas a orbitar outras estrelas [9]. Hoje, quando olhamos o céu à noite, podemos dizer que a maior parte das estrelas que vemos tem pelo menos um planeta à sua volta. Sabemos também que os sistemas planetários podem ser muito diferentes do nosso Sistema Solar. A grande variedade que é observada obrigou a um forte ajuste nas teorias de formação e evolução de planetas, o que nos permite hoje compreender melhor o processo de formação da nossa própria Terra.

Como vimos acima, para os planetas que foram detetados simultaneamente pelos métodos de trânsitos e velocidades radiais, temos a possibilidade de determinar a sua massa e o seu raio. Complementando as observações com modelos teóricos, essa informação permite estimar a composição química e mesmo a estrutura interna dos planetas [10]. Alguns dos resultados mais recentes mostram que os planetas mais pequenos detetados até hoje (todos eles de curto período orbital) são essencialmente semelhantes à nossa Terra em termos composição química e estrutura interna.

Nos últimos anos foi ainda possível estudar, para os casos mais favoráveis, a própria atmosfera dos exoplanetas. Diferentes métodos são utilizados para atingir esse objetivo. Um destes, denominado de espectroscopia de transmissão, aproveita o facto da atmosfera de um planeta se comportar como um filtro “seletivo”, capaz de absorver luz em comprimentos de onda específicos, dependendo da sua composição química e da sua extensão física. Assim, quando observamos um trânsito planetário em “cores” onde a absorção da atmosfera é mais eleva-

da (por exemplo, pela presença de metano, água, sódio, ou de fenómenos como a dispersão de Rayleigh), a variação de brilho da estrela que é observada durante o trânsito é mais acentuada: o planeta parece maior nessa banda de comprimentos de onda. Observando o trânsito em diferentes regiões espectrais permite-nos perceber que elementos existem na atmosfera do planeta (fig. 5).

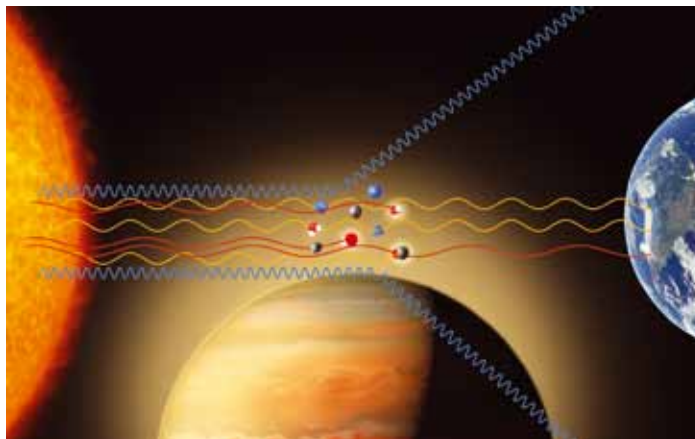


Figura 5 - Esquema para ilustrar o princípio da espectroscopia de transmissão utilizada para caracterizar atmosferas de exoplanetas. Durante o trânsito, parte da luz da estrela atravessa a atmosfera do planeta, sendo absorvida ou dispersa pelos elementos aí presentes. A medição do sinal de trânsito em diferentes cores permite assim estimar, entre outras coisas, a composição química da atmosfera do planeta. Crédito: ESO/M. Kornmesser.

Portugal à procura de outras Terras

Apesar do enorme avanço na área, a descoberta de outras Terras, planetas rochosos que estejam à distância certa da sua estrela para que possam eventualmente ter água líquida à sua superfície, continua a constituir um grande desafio. Mas este desafio é também um dos grandes motores para o desenvolvimento de novos projetos por parte das grandes agências internacionais (tais como a ESA, o ESO e a NASA), que têm na sua agenda o lançamento de missões espaciais dedicadas à deteção e estudo de exoplanetas, ou a construção de toda uma nova geração de telescópios gigantes e instrumentação a eles associada (e.g. o ELT, do ESO).

É importante dizer que nesse contexto a comunidade nacional, e em particular o Instituto de Astrofísica e Ciências do Espaço, tem estado particularmente ativa. Um dos melhores exemplos é dado pela nossa participação no projeto do espectrógrafo ESPRESSO, do ESO. Este projeto nasceu em 2009, altura em que o ESO desafiou a comunidade internacional para construir um instrumento capaz de atingir a precisão necessária para detetar outras Terras a orbitar outros sóis. Ou seja, um espectrógrafo capaz de atingir os 10 cm/s de precisão na medição da velocidade radial de uma estrelas.

A resposta não se fez esperar, tendo-se formado um consórcio de instituições portuguesas (da Universidade do Porto e da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa), suíças, espanholas e italianas. O desafio que o consórcio tinha pela frente era enorme. O que o ESO tinha pedido não era “apenas” a construção do espectrógrafo mais preciso do mundo. Queria também um instrumento que fosse capaz de combinar a luz dos 4 grandes telescópios que constituem o VLT (“Very Large Telescope”), cada um com um espelho de

8 metros de diâmetro. Assim, e se tal fosse conseguido, seria possível transformar um VLT num telescópio “virtual” com uma área coletora equivalente à de um espelho com 16 metros de diâmetro! Seria o maior telescópio do mundo. Essa parte do desafio, juntar a luz dos 4 telescópios, ficou sob responsabilidade da equipa portuguesa [11].

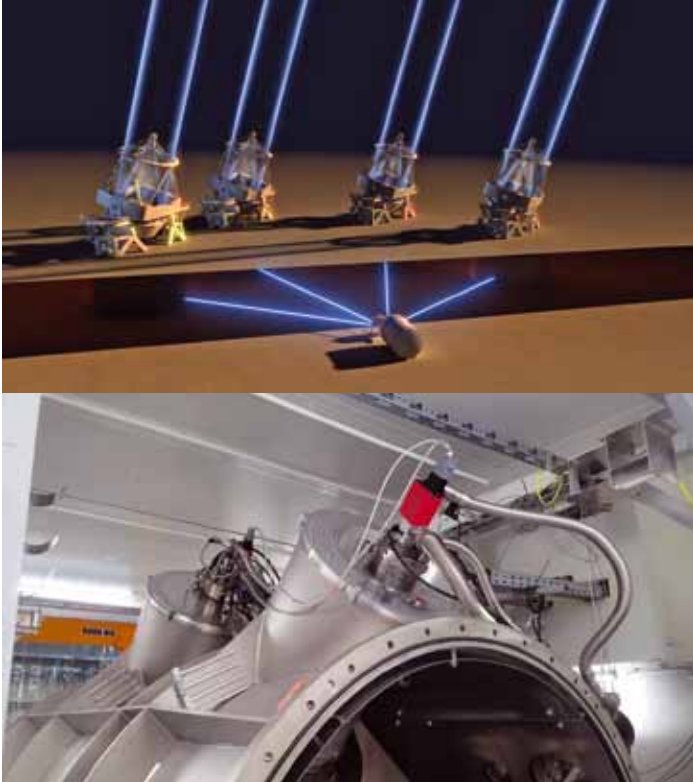


Figura 6 - O instrumento ESPRESSO está instalado no observatório de Paranal (ESO, Chile), e permite ligar e combinar, de forma incoerente, a luz recolhida pelos 4 grandes telescópios com um espelho de 8-m de diâmetro que constituem o VLT. Isso permite transformar o VLT no equivalente (em termos de área coletora de luz) a um telescópio de 16 metros de diâmetro, o maior existente em todo o mundo. A imagem superior ilustra de forma simplificada como a luz é transportada dos 4 telescópios para o espectrógrafo. Em baixo um detalhe do espectrógrafo, que se encontra dentro de uma câmara de vácuo para garantir a sua estabilidade. Fonte: ESO (<https://www.eso.org/public/news/eso1739> e <https://www.eso.org/public/news/eso1806>).

Após 10 anos de desenvolvimento que conduziram à construção do ESPRESSO (fig. 6), a exploração científica do instrumento começou em Setembro de 2018. Em troca pelo trabalho e esforço realizado pelo consórcio, o ESO “ofereceu-nos” a possibilidade de utilizar o instrumento durante 273 noites. Esta oportunidade está agora a ser utilizada pelos astrofísicos portugueses, em conjunto com os seus parceiros do consórcio, para procurar e caracterizar planetas rochosos em torno de outras estrelas e para estudar a composição química das suas atmosferas. Os primeiros resultados estão em fase de publicação, e prometem uma série de novidades inesperadas!

É importante mencionar que aproveitando as características únicas do ESPRESSO, os astrofísicos estão também a abordar outros casos científicos de grande impacto, incluindo o estudo da variabilidade das constantes fundamentais da física (algo com impacto na compreensão da física fundamental), o estudo da física das estrelas, ou a dinâmica dos ventos

em planetas do nosso próprio Sistema Solar.

Em parceria com indústria portuguesa, a comunidade científica nacional (através do Instituto de Astrofísica e Ciências do Espaço) teve também um papel importante no planeamento científico e tecnológico da missão espacial CHEOPS, da ESA. Lançado em dezembro de 2019, o CHEOPS tem como principal objetivo utilizar a técnica dos trânsitos para medir, com grande precisão, o raio de exoplanetas já conhecidos. Isso vai permitir refinar os modelos de estrutura interna dos planetas e indiretamente perceber melhor os processos de formação planetária. Adicionalmente, os dados do CHEOPS prometem oferecer um novo olhar sobre os exoplanetas e as suas atmosferas, e talvez mesmo detetar, pela primeira vez, a presença de luas, anéis, ou mesmo de deformações na sua forma (desvios à esfericidade) causados por efeitos de rotação ou de maré.

De notar que conseguir um papel de liderança no desenvolvimento destes projetos permite aos investigadores portugueses contribuir de forma decisiva para a definição dos objetivos científicos dos vários instrumentos e missões espaciais. Permite ainda garantir uma posição privilegiada para participar na exploração científica dos dados que serão depois recolhidos. O esforço para participar no desenvolvimento e exploração científica de novos instrumentos e missões espaciais é assim fundamental para que a comunidade nacional se possa manter na vanguarda da investigação em astrofísica.

Exoplanetas no ensino das ciências

O fascínio causado pela descoberta de outros mundos encerra um enorme potencial para divulgação de ciência junto do público em geral. Mas certamente não menos importante, o tema pode ser utilizado para introduzir ou ilustrar alguns conceitos de Física (mas também de matemática e de química) que são parte integrante dos currículos do ensino secundário. Nesse contexto, e já de alguns anos a esta parte, o Departamento de Física e Astronomia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto tem oferecido, na sua Escola de Verão de Física [12], a possibilidade dos alunos trabalharem com dados reais na procura e estudo de exoplanetas. Os alunos são desafiados a encontrar um planeta em dados de velocidades radiais (e estimar a sua massa e parâmetros orbitais), a inferir o raio desse mesmo planeta recorrendo a dados de trânsitos, e a caracterizar a estrela que o planeta orbita (estimar a sua temperatura, massa, raio, composição química). Esta experiência dá aos alunos a possibilidade de compreenderem a forma como se constrói o conhecimento científico. Para além deste aspeto, são potenciados conhecimentos, capacidades e atitudes curricularmente relevantes, nomeadamente sobre conceitos de i) energia, fenómenos térmicos e radiação, ii) tempo, posição, velocidade e aceleração, iii) cinemática e dinâmica da partícula a duas dimensões, iv) centro de massa e

momento linear de sistemas de partículas, v) campo gravítico e vi) introdução à física quântica.

O entusiasmo com que os alunos seguem o problema e apresentam os seus resultados encoraja-nos a continuar o esforço, eventualmente expandindo-o para oferecer às escolas de todo o país.

Exoplanetas: uma área de futuro

A descoberta de Mayor e Queloz abriu caminho a toda uma nova área da Astrofísica. Parte do sucesso está certamente ligado ao facto de se tratar de uma área com um carácter altamente transdisciplinar, juntando conhecimentos de áreas tão diversas como astrofísica, física e geofísica, geologia e química, às quais se junta uma ligação óbvia a diversas áreas da engenharia quando falamos do desenvolvimento de novos instrumentos e missões espaciais (e que por sua vez permitem envolver a indústria e toda a economia). Finalmente, a perspectiva de um dia encontrarmos sinais para a existência de vida noutros planetas estreitou ligações com áreas mais inesperadas, como a biologia e a bioquímica, contribuindo para a criação, no conjunto, de um novo domínio do conhecimento: a astrobiologia.

E o que se segue? Do ponto de vista puramente astrofísico, a investigação foca-se hoje tendencialmente em 3 grandes linhas: a procura de planetas parecidos com a nossa Terra, a caracterização detalhada dos exoplanetas encontrados (incluindo as suas atmosferas), e a compreensão dos processos físicos que dão origem aos sistemas planetários.

Em Portugal, e aproveitando o sucesso do ESPRESSO, a comunidade nacional tem agora em vista a construção de um “super-ESPRESSO” (chamado “HIRES”) para o que será, daqui a 10 anos, o maior telescópio do mundo: o Extremely Large Telescope (ELT), com um espelho de 39 metros de diâmetro, que o ESO está a construir. O HIRES vai permitir dar um passo de gigante, tendo como foco principal o estudo da atmosfera de exoplanetas. Essa análise pode conter a informação necessária para dizer se um outro mundo, a orbitar uma estrela distante, pode ter condições para existência de vida.

A comunidade está igualmente empenhada no planeamento e construção de duas missões espaciais, a PLATO e a ARIEL (ambas da ESA, com datas de lançamento prevista para 2026 e 2028, respetivamente). A primeira tem como objetivo principal detetar, utilizando o método dos trânsitos, planetas semelhantes à Terra a orbitar estrelas brilhantes e próximas de nós. O resultado poderá ser um primeiro catálogo exaustivo de planetas potencialmente habitáveis, alvos privilegiados para futuros estudos que permitam detetar potenciais assinaturas de vida. Já a missão ARIEL pretende estudar em grande detalhe as atmosferas dos exoplanetas.

Apesar dos enormes desafios com que a ciência Portuguesa se depara, incluindo a já crónica incerteza

za e instabilidade ao nível dos processos de financiamento, espera-se que a visão e a liderança que no século XVI nos permitiu dar novos mundos ao mundo nos ajude agora a dar novos mundos ao Universo. E quem sabe, um dia, descobrir que a orbitar uma outra estrela pequena e normal existe um pequeno ponto azul onde alguém se esteja a perguntar: será que existe algum planeta em torno do Sol?

Bibliografia

1. Nuno Cardoso Santos, Luis Tirapicos, Nuno Crato 2012, “Outras Terras no Universo”, Gradiva, coleção Ciência Aberta
2. Walker, G.A.H. et al. 1995, “A search for Jupiter-mass companions around nearby stars”, *Icarus* 116, 359
3. Mayor, M. & Queloz, D. 1995, “A Jupiter-mass companion to a solar-type star”, *Nature* 378, 355
4. Belorizky, D. 1938, “Le Soleil, Étoile Variable”, *L’Astronomie* 52, 359
5. Struve, O. 1952, “Proposal for a project of high-precision stellar radial velocity work”, *The Observatory* 72, 199 bipm.org/utls/common/pdf/ITS-90/Guide-PLTS-2000.pdf
6. Lin, D., Bodenheimer, P, Richard, D., 1996, “Orbital migration of the planetary companion of 51 Pegasi to its present location”, *Nature* 380, 606
7. Charbonneau, D., Brown, T., Latham, D., Mayor, M., 2000, “Detection of Planetary Transits across a Sun-like star”, *The Astrophysical Journal* 529, L45
8. Santos N., et al., 2004, “The HARPS survey for southern extra-solar planets II. A 14 Earth-masses exoplanet around μ Arae”, *Astronomy & Astrophysics* 426, L19
9. The Extrasolar Planets Encyclopaedia (<http://exoplanet.eu/>)
10. Barros, S., et al. 2017, “Precise masses for the transiting planetary system HD106315 with HARPS”, *Astronomy & Astrophysics* 608, A25
11. Cabral, A., et al. 2014, “ESPRESSO Coudé-Train: complexities of a simultaneous optical feeding from the four VLT unit telescopes”, *SPIE* 9147, 8
12. Escola de Verão de Física (<https://e-fisica.fc.up.pt>)



Nuno C. Santos, é investigador no Instituto de Astrofísica e Ciências do Espaço (IA) e Professor Auxiliar no Departamento de Física e Astronomia da FCUP. Em 2004, foi o autor principal do artigo onde se publicou a descoberta do primeiro planeta potencialmente rochoso a orbitar outra estrela. Em 2009, foi-lhe atribuído uma Starting Grant pelo European Research Council, o que lhe permitiu criar uma equipa que conta atualmente com mais de 20 investigadores e estudantes de doutoramento a trabalhar na pesquisa de planetas extrassolares. Autor de mais de 300 artigos científicos em revistas internacionais de grande impacto foi, em 2010, um dos galardoados com o prémio internacional Viktor Ambartsumian, pelos estudos que relacionam as propriedades das estrelas e os seus planetas. É o investigador responsável em Portugal pelos projetos ESPRESSO e HIRES@ELT (ESO), e pelas missões espaciais CHEOPS e PLATO (ESA). Fotografia por Susana Neves