



JOSÉ CARLOS SANTOS
Universidade
do Porto
jcsantos@fc.up.pt

A DESCOBERTA DE NEPTUNO

Urbain Le Verrier ficou famoso por ter previsto a existência de Neptuno somente a partir de cálculos. Mas a história não é tão simples quanto parece.

A descoberta de Neptuno em 1846 é um dos eventos mais famosos e mediáticos da história da Astronomia, e mesmo da história da Ciência. Vejamos brevemente como é que as coisas se passaram.¹ Em 1781, William Herschel descobriu o planeta Urano. Mais precisamente, apercebeu-se de que estava a ver pelo seu telescópio um objeto celeste que pensou inicialmente ser um cometa, mas ao fim de pouco tempo ficou convencido de que se tratava de um planeta.

Os astrónomos começaram a seguir a trajetória de Urano. Entre estes contava-se o francês Alexis Bouvard, que fez extensas tabelas astronómicas relativas a Júpiter, Saturno e Urano. Nada de extraordinário foi observado quanto às órbitas de Júpiter e de Saturno, mas a de Urano revelou anomalias. Perante esta situação, havia duas explicações possíveis: ou as leis da Mecânica Celeste estavam erradas ou havia, para lá da órbita de Urano, um outro planeta cuja presença afetava a órbita deste. Bouvard inclinou-se para esta última hipótese.

Foram feitas várias tentativas para calcular a trajetória do hipotético planeta. As mais conhecidas são as do escocês John Couch Adams² e do francês Urbain Le Verrier³ (figura 1). Adams enviou o resultado dos seus cálculos ao astrónomo real, George Biddell Airy, e ao diretor do Observatório de Greenwich, James Challis. Estes, no entanto, deram pouca importância à informação que receberam. Entretanto, em Paris, François Arago, diretor do observatório astronómico daquela cidade, sugeriu a Urbain

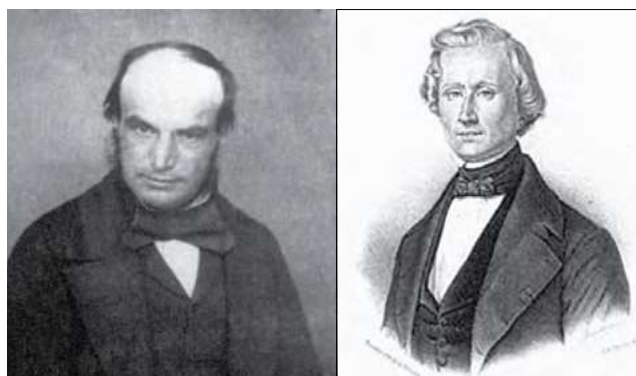


Figura 1. John Couch Adams e Urbain Le Verrier.

Le Verrier que este fizesse os cálculos necessários para determinar a órbita do planeta desconhecido. Contrariamente a Adams, Le Verrier foi publicando artigos sobre o assunto. O primeiro, datado de novembro de 1845, explicava que as atrações gravitacionais de Júpiter e de Saturno não podiam explicar as anomalias da órbita de Urano. O segundo, de junho de 1846, mencionava várias possíveis explicações para as anomalias e explicava como, dentro

¹ Mathematical discovery of planets, https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/HistTopics/Neptune_and_Pluto/

² John Couch Adams, <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Adams/>

³ Urbain Jean Joseph Le Verrier, https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Le_Verrier/

daquelas explicações, somente a hipótese da existência de um planeta desconhecido podia estar correta. Finalmente, em agosto do mesmo ano, Le Verrier publicou um artigo com detalhes relativos à órbita do planeta hipotético.

Já o segundo artigo continha alguns dados relativos à órbita. Airy leu-o e apercebeu-se de como os valores apresentados de Le Verrier estavam próximos dos de Adams. Reuniu-se então em Greenwich com Challis e com John Herschel (filho de William Herschel e astrónomo, tal como o pai) e encorajou Challis a procurar o novo planeta. Este não se mostrou particularmente interessado, por achar improvável que um método tão teórico produzisse previsões fiáveis.

Entretanto, Le Verrier passava por um fenómeno semelhante: tentou fazer com que os astrónomos do Observatório de Paris (dirigido por Arago!) procurassem o novo planeta, mas sem grande sucesso. Escreveu então a astrónomos de outros países (Alemanha e Rússia) a pedir confirmação experimental da sua conjetura (veja-se [5, cap. 4]). Uma das pessoas a quem escreveu foi Johann Gottfried Galle, do Observatório de Berlim, o qual, na noite do próprio dia em que recebeu a carta (noite de 23 para 24 de setembro de 1846), com a colaboração do seu aluno Heinrich Louis d'Arrest, avistou Neptuno.

Quando se determinou qual era a órbita de Neptuno, tornou-se claro que este já fora avistado diversas vezes. A primeira pessoa a fazê-lo, em 1612, foi nem mais nem menos do que Galileu (veja-se [2]), que não se apercebeu de que se tratava de um planeta. Outro astrónomo a quem

aconteceu o mesmo foi John Herschel, em 1830.

A descoberta de Neptuno lançou Le Verrier para a fama. Mais exatamente, o que fascinou as pessoas na altura foi a maneira como Le Verrier fez a descoberta: por meio de cálculos. O próprio Arago escreveu que “Le Verrier localizou o novo astro sem precisar de erguer os olhos para o céu uma vez que fosse; ele viu-o *na ponta da sua caneta*” (ênfase no original; veja-se [1]). Em contrapartida, Airy e Challis foram muito criticados no Reino Unido por não terem feito em Greenwich com as informações de Adams o mesmo que Galle e d'Arrest fizeram em Berlim com as informações de Le Verrier. Pode ver-se na figura 2 um desenho humorístico que surgiu então na imprensa francesa a respeito deste assunto.

O impacto cultural da descoberta de Le Verrier foi intenso e não é difícil compreender porquê. Como escreveu Antonie Pannekoek [4, cap. 34]:

“Estes eventos produziram uma profunda impressão não só na comunidade científica, como no mundo dos leigos cultos. De todos os países choveram distinções sobre Le Verrier e a descoberta feita numa secretária de um objeto celeste jamais observado antes foi o tópico de conversa dominante por um longo período de tempo.”

De facto, tratou-se de um extraordinário golpe de sorte.

Para compreender isto, é preciso explicar um pouco como é que Le Verrier e Adams fizeram os seus cálculos. Um dos seus pontos de partida foi a lei de Titius-Bode,⁴ que

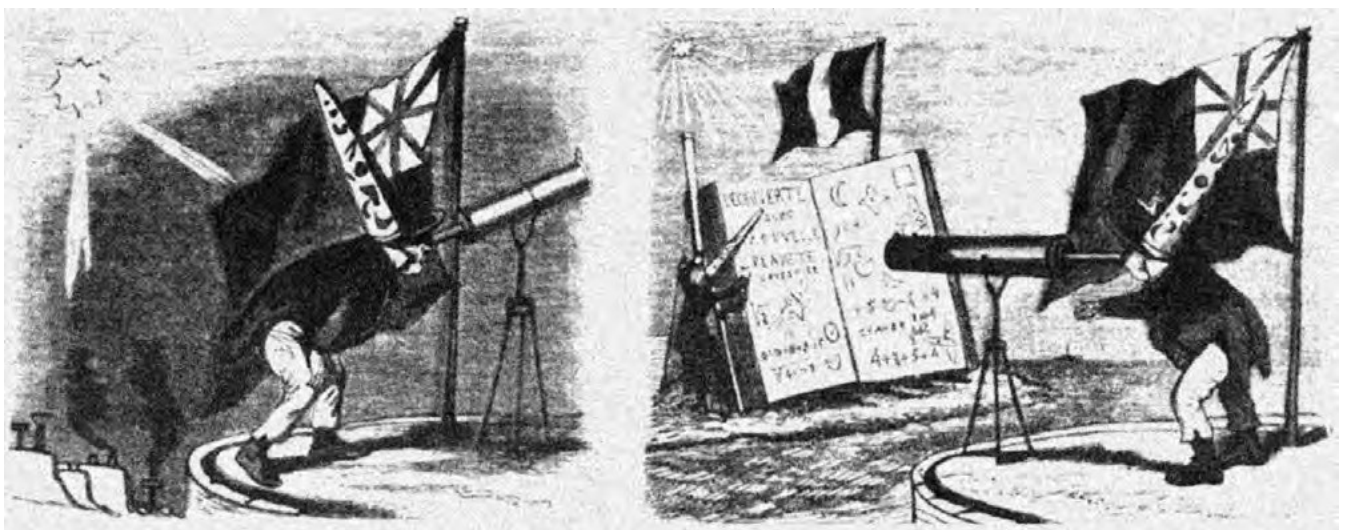


Figura 2. Caricatura: um astrónomo britânico procura um novo planeta e acaba por o descobrir num livro de um autor francês.

é relativa à distância ao Sol dos planetas do sistema solar. Segundo esta lei, que é puramente empírica, se tomarmos como unidade de medida a distância média da Terra ao Sol, então a distância média ao Sol do n -ésimo planeta é $0,4 + 0,3 \times 2^{n-1}$, tomando-se o expoente como sendo $-\infty$ quando $n = 1$. Os valores obtidos para Mercúrio, Vénus, Terra e Marte são então 0,4, 0,7, 1 e 1,6 o que bate bastante certo com a realidade. O quinto planeta é Júpiter e o valor obtido quando $n = 5$ é 2,8, o que está completamente desfasado da realidade (deveria ser 5,2) mas, se virmos o maior dos asteroides, Ceres, como o quinto planeta e Júpiter como o sexto, tudo funciona novamente. E continua a funcionar bem para Saturno e para Urano.

Em virtude disto, tanto Le Verrier como Adams fizeram os respetivos cálculos supondo que a distância média de Neptuno ao Sol é de cerca de 38,8 vezes a distância média da Terra ao Sol, quando, de facto, o verdadeiro valor é bastante inferior (é somente cerca de 30 vezes aquela distância).

Que a trajetória seguida por Neptuno é bastante diferente da prevista por Adams e Le Verrier tornou-se rapidamente claro. Somente 17 dias após a descoberta de Neptuno, o seu maior satélite, Tritão, foi descoberto por um astrónomo amador, William Lassell. O estudo da órbita de Tritão permitiu conhecer a massa de Neptuno com grande precisão. Além disso, o facto de se constatar que Neptuno já fora de facto observado várias vezes no passado (juntamente com os dados destas observações) permitiu a determinação da sua trajetória com bastante precisão. E a conclusão a tirar disto tudo foi a de que o verdadeiro Neptuno tinha muito pouco a ver com aquele que fora previsto por Le Verrier e por Adams. Esta ideia foi divulgada pela primeira vez pelo matemático norte-americano Benjamin Peirce⁵ e levou a uma acesa disputa entre cientistas europeus e norte-americanos, com Le Verrier a defender vigorosamente os seus cálculos (mas sem que Adams se manifestasse). Aqui, é natural perguntar como é que uma previsão tão errada poderá ter levado à descoberta de Neptuno. Foi só porque a busca por este planeta foi feita na altura certa, ou seja, numa altura na qual, do ponto de vista de um observador na Terra, o verdadeiro Neptuno estava bastante próximo daquele que fora previsto por meio de cálculos. Apenas cinco anos mais tarde, eles estariam em regiões muito diferentes do céu.

Le Verrier não era pessoa para se sentar em cima dos seus louros. Começou a estudar detalhadamente a órbita de Mercúrio e descobriu que, tal como a de Urano, ela revelava anomalias. Mais uma vez, das duas uma: ou as leis da Mecânica Celeste estavam erradas ou havia um outro

planeta ainda mais próximo do Sol do que Mercúrio cuja presença afetava a órbita deste. Como seria de imaginar, Le Verrier começou a fazer cálculos para determinar a órbita desse planeta, provisoriamente designado por Vulcano. E obteve uma descrição de uma tal órbita, embora também tenha emitido a hipótese de que as anomalias poderiam dever-se a uma cintura de asteroides a orbitar entre Mercúrio e o Sol.

A existência de Vulcano foi um assunto estudado pelos astrónomos desde aquela altura até ao início do século XX. O problema da anomalia da órbita de Mercúrio acabou por ser resolvido por Albert Einstein em 1915. Com efeito, quando este formulou a Teoria da Relatividade Geral, aplicou-a ao estudo da órbita de Mercúrio e a órbita prevista que obteve era aquela que os astrónomos tinham observado. Abraham Pais, biógrafo de Einstein, afirmou (veja-se [3, cap. 14]:

Acredito que esta descoberta tenha sido a experiência emocional mais forte da vida científica de Einstein, talvez de toda a sua vida. A Natureza falara-lhe. Ele tinha razão.

Em particular, neste caso eram as leis da Mecânica Celeste, tal como tinham sido formuladas por Newton, que estavam erradas.⁶

REFERÊNCIAS

- [1] F. Arago, *Planète de M. Le Verrier*, Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, 23, pp. 659-663, 1846.
- [2] S. Drake e C. T. Kowal, "Galileo's Sighting of Neptune", *Scientific American* 243 (6), pp.52-59, 1980.
- [3] Abraham Pais, "Subtle is the Lord...": *The Science and Life of Albert Einstein*, Oxford University Press, 1983.
- [4] A. Pannekoek, *A History of Astronomy*, Allen & Unwin, 1961.
- [5] Tony Rothman, *Everything's relative, and other fables from Science and Technology*, John Wiley & Sons, 2003.

⁴ João Fernandes, *A Matemática na Astronomia: A lei de Titius-Bode*, <http://www.mat.uc.pt/~helios/Mestre/H34bode.html>

⁵ Benjamin Peirce, https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Peirce_Benjamin/

⁶ *The anomalous advance of the perihelion of Mercury*, <https://spaceengine.org/articles/the-anomalous-advance-of-the-perihelion-of-mercury/>