

## Galileu Galilei

Anna-Cinzia Colavita  
Tradução: Sílvia Duarte

Pádua, 1610 (no início do ano): um homem observa o céu a partir da sua janela, e vai modificar os conhecimentos astronómicos e científicos.

Pode-se considerar Galileu Galilei (1564-1642), físico e astrónomo, como o verdadeiro fundador da ciência moderna, baseada no método experimental, que ele próprio colocou em prática: foi o primeiro a afastar-se da forma especulativa, e por isso subjectiva, dos seus predecessores. Os Antigos, que procuravam uma explicação “qualitativa” para os fenómenos físicos, pensavam que estes eram governados por um objectivo: um seixo cai por terra, porque deve voltar ao seu local “natural”, isto é, o solo. Galileu, por seu lado, pensava que o seixo caía por terra devido a “uma causa” que o fazia cair. Para além disso, Galileu apoiou-se muitas vezes nos matemáticos. O “cientista” deve com efeito identificar – sem os confundir – as causas e os efeitos e ligá-los através de leis matemáticas que estejam aptas a explicar, quantificar e sistematizar os fenómenos naturais e torná-los comprehensíveis por todos.

É assim, graças a Galileu, que a ciência, cujo objecto é o conhecimento objectivo do mundo e as suas leis, se tornou ao mesmo tempo um saber experimental fundado em observações – que devem ser correctamente interpretadas – e um saber matemático fundado no cálculo, na medição e na quantificação dos seus próprios dados.

A maior contribuição de Galileu para a ciência foi talvez esta caracterização de um método. As diferentes fases podem ser reconstruídas pelos seus escritos: trata-se de, a partir do estudo de elementos simples, quantificáveis e mensuráveis e com a ajuda de instrumentos – luneta, plano inclinado, microscópio, etc. – formular uma hipótese matemática sobre a lei procurada, depois de proceder a experiências – que consistem em reproduzir o fenómeno estudado num laboratório onde as condições desejadas podem ser muito bem recriadas – e a verificações, baseadas nos resultados obtidos, antes de controlar a validade da hipótese. Se esta for confirmada, tomará o valor de lei; caso contrário, será preciso avançar com uma outra hipótese.

O procedimento seguido por Galileu é duplo: ele procede de um lado a uma investigação indutiva – apoia-se na observação de casos particulares para chegar, por via empírica, a uma lei geral – e segue, por outro lado, um raciocínio hipotético-dedutivo – parte de raciocínios lógico-matemáticos intuitivos e, por suposições sucessivas, formula a teoria e depois verifica-a. Galileu modificou assim o conceito de experiência, a qual não estaria dali em diante ligada imediatamente à aparência sensível, mas sim à elaboração de dados e a uma construção teórica.

Por fim, quando teve, pela primeira vez, a ideia de utilizar a luneta (inventada pelos Holandeses) com objectivos científicos, Galileu pôs em evidência a necessidade de uma sinergia entre a ciência e a técnica. A luneta estabeleceu uma ligação entre conhecimentos teóricos e aplicações tecnológicas; a sua utilização científica demonstrou como o instrumento pode adquirir um valor cognitivo, um feito revolucionário para aquela época, na qual não se concebia mesmo a utilização, com objectivos de pesquisa, instrumentos aptos a amplificar o poder dos sentidos.

Graças à luneta, Galileu observou então metódicamente o céu e assinalou em particular a posição de quatro satélites de Júpiter, aos quais chamou “planetas medicianos”, em homenagem a Lourenço de Médicis, o seu mecenas.

Trouxe as descobertas para o domínio da astronomia, no *Sidereus Nuncius* (O Mensageiro Celeste, 1610) e escreveu a propósito destes planetas: «Temos um

argumento excepcional e luminoso para eliminar os escrúpulos daqueles que, admitindo tranquilamente a revolução dos planetas em torno do Sol no sistema Copérnico, estão neste ponto perturbados pela circulação da única lua em torno da Terra, enquanto que os dois <corpos> realizam um circuito anual em torno do Sol, julgando que este esquema de organização do universo deve ser rejeitado como impossível. Pois, presentemente não temos apenas um planeta que gira em torno de outro, enquanto um e outro percorrem o grande plano da órbita em torno do Sol. Os nossos sentidos mostram quatro estrelas passeando em torno de Júpiter, da mesma forma que a lua em torno da Terra, enquanto todas juntas com Júpiter, percorrem um grande plano de órbita em torno do sol, no espaço de doze anos.»

Observando, então, os movimentos dos corpos celestes em torno de um outro corpo para além da Terra, Galileu construiu a teoria heliocêntrica. Uma vez apurado o facto de que os planetas medicianos não giravam somente em torno de Júpiter, mas também com ele em torno do Sol, deduziu que a Terra e a Lua podiam girar em torno do Sol e refutou assim a concepção de Ptolomeu (v. 90-v. 168), segundo a qual os corpos do sistema solar giravam em torno da Terra (teoria geocêntrica).

Ainda no *Sidereus*, Galileu comenta as suas observações minuciosas da Lua. Descreve as sombras criadas pelas crateras lunares e compara-as àquelas que vemos sobre a Terra: «Logo notámos que as pequenas manchas de que acabámos de falar têm sempre todas este traço comum, a sua parte virada para o Sol é fosca, enquanto que no lado oposto ao Sol elas cobrem-se de bordas mais luminosas, como arestas brilhantes. Ora, temos na Terra uma visão muito parecida, ao nascer do sol, quando olhamos para os vales que ainda não estão inundados pela luz, as montanhas que os rodeiam resplandecem já do lado oposto ao Sol; o mesmo nas sombras das cavidades terrestres que diminuem quando o Sol se levanta, também estas manchas lunares perdem a escuridão quando aumenta a parte luminosa.»

Galileu indica com precisão a aparência destas sombras em função da posição da Lua e descreve uma superfície lunar feita «de vales e de montanhas», à imagem da superfície da Terra: «Ora estas manchas não tinham sido observadas por ninguém antes de nós; o seu exame repetido conduziu-nos a este pensamento: compreendemos, com certeza, que a superfície da lua não é lisa, regular e de uma esfericidade perfeita como o grande grupo de filósofos tinha estimado sobre ela e sobre outros corpos celestes, mas ao contrário irregular, rugosa, com cavidades e altos, tal como a superfície da Terra, ela própria que se tornou diferente por todo o lado pela altura das montanhas e a profundezas dos vales.»

Tais descrições, ornamentadas de desenhos, evidenciam a sensibilidade visual de Galileu, sobretudo quando se trata do primeiro e do último quarto da Lua, enquanto o contorno entre regiões iluminadas e regiões mergulhadas na obscuridade aparece irregular e recortada, como se a superfície da Lua fosse accidentada.

Galileu realça ainda: «Também não abandonarei ao esquecimento um facto que reparei com admiração; a parte perto do centro da Lua está ocupada por uma cavidade maior que todas as outras e de uma forma perfeitamente redonda [...] No que diz respeito ao jogo de sombra e de luz, oferece o mesmo aspecto que teria, na Terra, uma região idêntica à Boémia se estivesse completamente fechada no interior de uma cadeia de montanhas muito altas dispostas num círculo perfeito [...]»

Galileu chegou assim à afirmação da equivalência entre fenómenos terrestres e fenómenos celestes, pois as leis físicas e matemáticas que os regem são as mesmas: tornou-se daí em diante possível descrever os movimentos do céu sob uma forma de modelização que podia ser testada na Terra.

É preciso acrescentar também a estas observações o que Galileu disse sobre as manchas do Sol: «Sobre as manchas [solares] posso por fim concluir e, creio, poder demonstrá-lo, que elas são contíguas à superfície do corpo do Sol onde se produzem e se dissipam sem cessar, como as nuvens em volta da Terra, e o próprio Sol as faz girar

durante a sua revolução num mês lunar com uma revolução comparável à dos planetas...» (carta a Federico Cesi, 12 Maio 1612).

Galileu descreve aqui o movimento das manchas sobre a superfície do Sol e indica o período de rotação: a passagem é importante, na medida em que permite confirmar novamente a equivalência dos fenómenos terrestres e celestes. Todos podem ser explicados pelas mesmas leis físicas, os dois mundos – a Terra e o céu – podem mudar: o céu não é imutável.

aliquanto minor occidentali. Sed Hora 5. tres visæ sunt Stellæ, præter

Ori.       $\Omega_*$       \*      Occ.

enim duas iam adnotatas tertia ex occidente prope Iouem admodum exigua cernebatur, qua prius sub Ioue latitabat, distabatque ab eo m.l. Orientalis vero remotior, quam antea videbatur, distans nempe a Ioue m.ll. Hac nocte primum Iouis et adiacentium Planetarum progressum secundum Zodiaci longitudinem facta relatione ad fixam quandam obseruare placuit: spectabatur enim fixa Stella orientem versus distans a Planeta orientali m.ll. et paululum in Austrum deflectebat, in hunc qui sequitur modum.

Or, and sometimes when it is not, she seems to be a good girl.

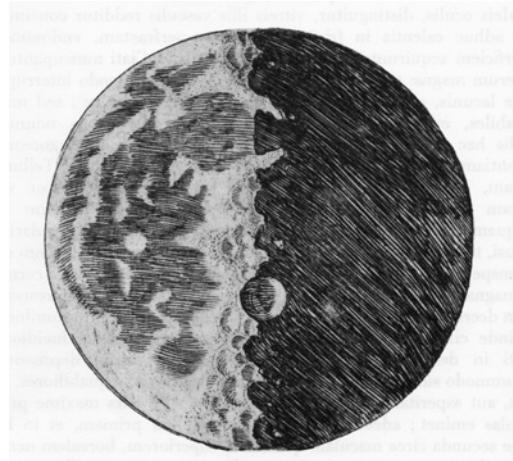
Die 27. Ho.l.<sup>k</sup> 4. apparebant Stellæ in tali configuratione : Orientalior distabat a Ioue min.10. sequens Ioui proxima min.0. sec.30. Occidentalis sequens aberat [G3 r°] min.2. sec.30. ab hac occidentalis distabat min.l.

Qd. \* \* \* Q \* \* Occ.

\* fixa

Viciniiores Ioui exiguae apparebant, praesertim Orientalis, extrema vero erant admodum conspicuae in primis vero occidua, rectamque lineam secundum Eclipticæ ductum designabant ad vnguem. Horum Planetarum progressus versus ortum ex collatione ad prædictam fixam manifeste cernebatur; ipsis enim Iuppiter cum adstantibus Planetis

k He 1, 4 Ml : He 1, m.4 A-D : hora 1, min.4 E-H



Sumário da posição dos planetas medicianos; em baixo, desenho da Lua. Os dois são extraídos de *Sidereus Nuncius*.

© Domus Galilaeana

Galileu procedeu às suas observações, ao desenvolvimento do seu método e às suas deduções num momento histórico particular: a Reforma protestante, que adveio por motivos religiosos, ideológicos e sociais – nomeadamente a vontade de se desviar da hegemonia do imperador e do papa - e conduziu a Igreja iniciar a Contra-Reforma e a convocar o Concílio de Trento (1545-1563). O tribunal da Inquisição e o Índex dos livres proibidos, em particular, foram instituídos em nome da luta contra a heresia e pela defesa da ortodoxia. Decidiu-se, com base no dogma da fé, que só seria válida a interpretação oficial das Sagradas Escrituras, contra a teoria do livre arbítrio. O movimento da Contra-Reforma deteriorou as relações entre intelectuais e poder eclesiástico e iniciou uma repressão contra os que foram julgados hereges e, muitas vezes, condenados à fogueira.

Neste clima inquisitorial, Galileu defendeu a independência da ciência, que considerava sujeita apenas à verdade da razão, assim como a validade em domínios diferentes, das linguagens da ciência e da Bíblia. Para este homem de fé, a ciência e as Santas Escrituras eram as duas provenientes de Deus e não se podiam contradizer; as contradições entre as verdades científicas racionais e as verdades religiosas eram só aparentes.

Galileu abjurou as suas teorias em 1633 e a revisão do seu processo só terminou a 31 de Outubro de 1992: a reabilitação do fundador da nova física só veio trezentos e cinquenta anos depois da sua morte!