

INTRODUÇÃO GERAL

Cientistas, filósofos e historiadores concordam em que as realizações científicas de Newton representam o auge da Revolução Científica iniciada no fim do século XVI — a sucessão de rápidas mudanças, no conhecimento da natureza e na maneira de estudar os fenômenos naturais, que produziu nossa ciência moderna. Com frequência, os feitos coletivos de Newton são conhecidos como a Revolução Newtoniana.

Temos uma medida da grandeza de Isaac Newton ao saber que ele foi autor não apenas de uma, porém de várias revoluções. Uma delas foi na matemática; as outras, nas ciências físicas. Na verdade, Newton fez tantos tipos diferentes de contribuições fundamentais à ciência que, mesmo que ignorássemos a maioria delas, ainda teríamos de situá-lo como um dos dez ou doze cientistas mais importantes de todos os tempos.

Na matemática, Newton (paralelamente a Gottfried Wilhelm Leibniz) inventou o cálculo infinitesimal — tanto o cálculo diferencial quanto o integral —, linguagem das ciências exatas e hoje, cada vez mais, das ciências sociais. Foi pioneiro no uso das séries infinitas e introduziu métodos de cálculo e aproximação que ainda hoje são usados. Essa foi sua primeira revolução.

Na óptica, Newton estabeleceu a heterogeneidade da luz solar e reformulou o entendimento da natureza da cor. Seu trabalho revelou por que o céu nos parece azul e levou a uma exposição matemática da formação dos arco-íris. Sua análise da luz e da cor constituiu a base de nossa compreensão permanente da visão das cores.

Um subproduto das descobertas de Newton a respeito da luz e da cor foi sua invenção de um novo tipo de telescópio, um refletor que eliminava a aberração cromática, por formar a imagem através de um espelho e não de uma lente objetiva. Sua técnica é usada em quase todos os grandes telescópios atuais. A *Óptica* de Newton, publicada pela primeira vez em 1704, encerrou-se com um projeto geral de pesquisas na ciência física experimental que constituiu uma agenda para as investigações do século XVIII. O trabalho da óptica foi uma segunda Revolução Newtoniana.

Uma terceira revolução foi a codificação da ciência da mecânica, tema que Newton dignificou com a denominação *mecânica racional*. Qualquer um que tenha estudado física conhece as três leis newtonianas do movimento, que continuam a ser fundamentais nesse campo. Foi Newton quem definiu o moderno conceito de massa, essencial para o estudo da matéria.

Ele reconheceu que existem duas medidas diferentes da massa — uma das quais chamamos hoje de gravitacional, enquanto a outra é inercial. Reconheceu também que, na mecânica clássica, só a experimentação é capaz de provar a equivalência entre elas. Concebeu e realizou esse tipo de experimento. Essa equivalência é uma característica fundamental da Teoria da Relatividade, de Einstein, mas o reconhecimento do problema e da necessidade de uma comprovação deve figurar como uma das descobertas primordiais de Newton. A fundamentação da ciência da mecânica racional em princípios matemáticos constitui o núcleo da terceira Revolução Newtoniana, possivelmente a maior delas.

Na época de Newton, entretanto, e durante pelo menos um século, ou mais, quando se fazia referência à Revolução Newtoniana, tinha-se em mente uma quarta revolução, simbolizada por sua descoberta do princípio da gravitação universal. Newton não só descobriu esse princípio, mas também a lei quantitativa da gravidade. Usou essa lei para elaborar seu “sistema do mundo”, a fim de explicar os fenômenos do céu e da Terra em um único sistema matemático. Realizou assim o sonho de Galileu Galilei, Johannes Kepler e René Descartes.

A cosmologia gravitacional de Newton explicou os movimentos de planetas, satélites e cometas — os corpos que constituem o Universo em que vivemos — e ainda o movimento dos corpos na Terra. Ele soube explicar fenômenos intrigantes, como a descoberta galileana de que os corpos em queda livre na Terra, seja qual for o seu peso, têm a mesma aceleração ou movimento de queda. A cosmologia newtoniana mostrou que os cometas são uma espécie de planeta e que, por conseguinte, a maioria deles se desloca em órbitas elípticas, retornando do espaço distante para nossa parte do Sistema Solar a intervalos regulares. Newton também conseguiu explicar que os fenômenos das marés são causados pela atração gravitacional das massas d’água pelo Sol e a Lua. *Grosso modo*, o que os historiadores pretendem designar por Revolução Newtoniana são a codificação e a elaboração da mecânica racional e o desenvolvimento do sistema de mundo baseado na mecânica celeste gravitacional.

O leitor de hoje talvez julgue impressionante esse catálogo parcial, em virtude das diferenças entre as diversas áreas de atividade de Newton: a matemática pura, a computação prática, a física experimental, a óptica, a mecânica racional e a astronomia. O estudioso da vida de Newton, entretanto, talvez fique ainda mais impressionado com o fato de todas essas conquistas na ciência e na matemática terem sido fruto de apenas parte de sua atividade criativa. Por profissão, Newton foi professor universitário; mais tarde,

cumpriu mandatos como membro do Parlamento. Nos anos da maturidade, foi servidor público, dirigindo a Casa da Moeda na época da nova cunhagem na Inglaterra, nos últimos anos do século XVII e durante as primeiras décadas do século XVIII.

Já nos primeiros anos criativos de Newton na ciência, quando ele era professor universitário, seus interesses principais não recaíam exclusivamente na ciência, tal como hoje entenderíamos esse termo, isto é, na física, na astronomia ou na matemática. Ao contrário, suas atividades intelectuais englobavam a interpretação das Escrituras Sagradas, a cronologia, a teologia e a profecia bíblicas, e ainda a alquimia. Ficamos assombrados diante de seus portentosos feitos científicos, porém nos admiramos ainda mais ao reconhecer que eles foram produto de apenas parte de sua energia criativa. Até uma parcela modesta dessas realizações teria bastado para lhe garantir um lugar entre os imortais da ciência.

Isaac Newton nasceu no dia de Natal de 1642, em Woolsthorpe, na Inglaterra, filho póstumo de um pai que morrera quase três meses antes. Descendente de uma família de pequenos proprietários rurais, Newton parece ter sido o primeiro da linhagem a ser capaz de escrever o próprio nome. Sua mãe tornou a se casar quando ele estava com 3 anos, deixando-o com os avós maternos, já idosos, para ser criado. Privado de qualquer contato com o pai e do carinho e cuidado da mãe, cresceu introvertido. Nunca se casou e teve poucos amigos íntimos. Desconfiado das outras pessoas, relutava em divulgar suas descobertas. Já houve quem dissesse que havia dois aspectos em todas as suas descobertas: Newton tinha de fazê-las e, depois, os outros tinham que descobrir que ele as tinha feito. Sua vida foi pontuada por violentas disputas intelectuais — com Robert Hooke, com John Flamsteed e, acima de tudo, com Leibniz.

Durante a maior parte de sua vida criativa, Newton foi professor lucasiano de matemática na Universidade de Cambridge, onde era membro do Trinity College, que havia freqüentado quando estudante. Nesses anos de intensa atividade, criou o cálculo infinitesimal e as outras inovações em matemática. Foi também nesses anos que desenvolveu sua análise da luz e da cor e inventou o telescópio de reflexão. E foi esse telescópio que pela primeira vez atraiu para ele a atenção da Royal Society, que prontamente o elegeu um de seus membros.

O coroamento das realizações de Newton em seus tempos de professor foi sua codificação dos princípios da mecânica racional e a elaboração deles em um livro clássico, *Princípios matemáticos da filosofia natural* (*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, geralmente citado como *Principia*),

originalmente publicado em latim em 1687 e reeditado, em edições revistas, em 1713 e 1726. Foi no Livro III desse tratado que ele expôs o princípio e a lei da gravitação universal e elaborou seu sistema do mundo.

Em 1696, apenas nove anos depois de publicar os *Principia*, Newton deixou a clausura da universidade. Tornou-se superintendente e, mais tarde, diretor da Casa da Moeda, em Londres. Passou os anos que lhe restavam supervisionando a cunhagem da moeda inglesa e (o que é curioso de observar) a captura, interrogatório e processos judiciais contra os falsificadores. Durante esses anos, como presidente da Royal Society, dirigiu a ciência britânica com mão de ferro. Morreu em 20 de março de 1727, aos 84 anos, e foi enterrado na Abadia de Westminster.

No século XVIII e mesmo em épocas posteriores, Newton foi valorizado não apenas por suas realizações técnicas, mas também como formulador do método apropriado de investigação científica. Ele mesmo assumiu esse papel, ao dedicar as questões finais da *Óptica* a problemas de metodologia e à maneira de realizar experimentos e interpretar resultados experimentais, bem como ao formular uma série de regras de procedimento na *filosofia natural*, ou ciência física. Além disso, suas realizações na ciência destacaram-se como provas da validade de seu método e rapidamente se tornaram o paradigma da investigação científica. A grande reputação de Newton — entre cientistas, filósofos, economistas, teóricos políticos, pensadores sociais e até poetas — decorreu de sua *Óptica*, redigida em um estilo inglês simples e eficaz, e que versou sobre um tema capaz de arrebatá-lo à imaginação. Seus *Principia*, por outro lado, são uma obra difícil até para os iniciados nos métodos da matemática. Esse livro requeria do leitor um exímio conhecimento de temas como as seções cônicas e outros aspectos técnicos da matemática, além de exigir a compreensão do novo método newtoniano dos limites e de seus princípios das *fluxões* (nome que ele deu ao cálculo infinitesimal). Seu público era necessariamente pequeno. Até a parte mais acessível dos *Principia*, a elaboração do sistema do mundo, foi redigida por Newton em um estilo deliberadamente difícil, para que não pudesse ser acompanhada por nenhum leitor, à exceção dos mais resolutos.

Apesar da inacessibilidade geral dos *Principia*, a filosofia natural newtoniana ganhou ampla circulação, graças aos esforços de um dedicado grupo de intérpretes que escreveram sobre o feito de Newton em termos compreensíveis para a média das pessoas instruídas. Esse grupo incluiu Henry Pemberton, um médico especializado em matemática, que havia organizado a terceira edição dos *Principia* sob a orientação do autor; Colin Maclaurin, um matemático cuja fama atual baseia-se principalmente na série infinita

que leva seu nome; e Voltaire, que aprendeu a física newtoniana com a marquesa de Chastellet, tradutora dos *Principia* para o francês — a melhor versão da obra-prima de Newton em língua vernácula durante dois séculos. Assim, a importância da realização de Newton ganhou amplo reconhecimento, mesmo entre pessoas para quem as páginas dos *Principia*, densamente carregadas de operações matemáticas, continuaram a ser para sempre um livro fechado.

Ao redigir uma introdução da *Óptica* numa reedição moderna, Albert Einstein falou do “afortunado Newton”, que viveu a “alegre infância da ciência!”. Einstein declarou que, para Newton, “a natureza [...] era um livro aberto, cujas letras ele sabia ler sem esforço”. Acima de tudo, ele considerou Newton “forte, seguro e solitário”, um cientista cuja “alegria de criar” e cuja “precisão minuciosa” eram evidentes em cada palavra e em cada algarismo. A confluência do talento criador de Newton com um estado da ciência em que, como ele mesmo escreveu, “grandes oceanos de verdade” descortinavam-se diante de seus olhos, à espera de serem descobertos, tem sido invejada por muitos de seus sucessores científicos. Em diferentes versões, Joseph-Louis Lagrange e Pierre-Simon, marquês de Laplace, lamentaram ter havido apenas uma lei fundamental do Universo, a lei da gravitação universal, e o fato de Newton ter vivido antes deles, barrando-lhes a glória de descobri-la. A posição de Newton como descobridor primordial, como o cientista que levou ao apogeu as pesquisas iniciadas por seus ilustres predecessores (como Nicolau Copérnico, Galileu, Kepler, Descartes, Hooke e Christiaan Huygens), tornou-se um tema comum durante o Iluminismo, no século XVIII, quando Newton foi entronizado como o grande arquiteto da Idade da Razão. Certamente, ninguém captou melhor essa imagem dele do que o poeta Alexander Pope, em seu famoso dístico:

*Nature and Nature's Law lay hid in the Night:
God said, Let Newton be! and All was Light.**

* Em tradução livre: “A natureza e as leis da natureza ocultavam-se nas trevas: / Deus disse, Faça-se Newton!, e tudo se fez luz”. [N. da T.]