

1

Introdução

É sempre bom começar um livro como este com uma declaração com a qual certamente todos concordarão: como um fenômeno cultural, a ciência tem tido um impacto nas nossas vidas maior do que qualquer outro. Poderíamos simplesmente listar somente os derivativos tecnológicos: a engenharia genética, as armas nucleares, a cura para o câncer de ovário, o *laptop* no qual estou escrevendo este texto, o forno de micro-ondas no qual preparo meu jantar, o *iPod* no qual escuto minhas músicas (fora de moda)... E, é claro, o modo como essas tecnologias derivaram da ciência é um tópico interessante por si mesmo, o qual não teremos tempo de tratar aqui. Contudo, para além dos benefícios práticos, há o modo profundo como a ciência formou e mudou nossa visão do mundo e do nosso lugar nele: pense na teoria da evolução e na maneira como ela transformou a compreensão que temos das nossas origens. Considere o posterior – e relacionado – desenvolvimento da teoria da genética e como isso transformou não só nossa compreensão de uma gama de doenças e de distúrbios, mas também a nossa visão do nosso comportamento, das nossas atitudes e de nós mesmos. Ou pense na física quântica e na afirmação de que a realidade é fundamentalmente aleatória; ou na teoria da relatividade de Einstein, de acordo com a qual o tempo passa mais devagar quanto mais rápido nos movemos, e o espaço e o tempo são substituídos pelo espaço-tempo, que é curvo e distorcido pela presença da matéria.

A ciência é um fenômeno impressionante e tem tido um impacto enorme sobre a sociedade humana por centenas de anos. Como ela funciona? Como os cientistas fazem as coisas que fazem? Como eles produzem as suas teorias? Como eles as testam? Como eles derivam conclusões dessas teorias a respeito de como o mundo pode ser? Essas são as questões que examinaremos aqui.

Como deveríamos proceder para respondê-las? Como deveríamos proceder para descobrir como a ciência funciona?

Uma maneira de proceder seria prestar atenção ao que os próprios cientistas dizem a respeito do seu trabalho, isto é, ouvir os cientistas. O problema é que muitas vezes eles têm visões muito diferentes, e algumas vezes completa-

mente contraditórias, a respeito de como a ciência funciona. Considere-se, por exemplo, uma declaração aparentemente bastante plausível: “A ciência é uma estrutura construída sobre fatos”.¹ Assim seria como talvez muitos de nós começaríamos por caracterizar a ciência. É certamente o que a torna distinta e diferente de certas outras atividades como as artes, a poesia ou, talvez de modo mais controverso, a religião. Mas agora considere a advertência de Ivan Pavlov, famoso por seus experimentos com cães salivantes (que demonstraram como certas formas de comportamento podem ser provocadas por estímulos apropriados): “Não se tornem arquivistas de fatos. Tentem penetrar no segredo das suas ocorrências, pesquisem persistentemente as leis que os governam”.² Ora, isso pode não parecer estar em conflito direto com a declaração anterior; afinal, Pavlov está simplesmente nos pedindo para que não fiquemos obcecados com o coletar de fatos, que em vez disso pesquisemos as leis que lhes dão sustentação, e que isso pode ser tomado como consistente com a afirmação de que a ciência está construída sobre esses fatos (podemos ver os fatos como assentados na base de uma espécie de pirâmide conceitual com leis teóricas, talvez assentadas no topo). W.L. Bragg, que realizou um trabalho fundamental com o uso de raios X para revelar a estrutura dos materiais (parte dele feito próximo do meu lugar de trabalho na universidade de Leeds), foi um pouco mais longe ao insistir que “A coisa importante na ciência não é tanto obter novos fatos, mas descobrir novas maneiras de pensar a respeito deles”.³

Esse tipo de visão adapta-se bem à concepção de que “fatos” científicos são sólidos como pedra em algum sentido e de que eles sustentam a alardeada objetividade da ciência. Mas daí temos Stephen Jay Gould, o bem-conhecido professor de geologia e zoologia, defensor da teoria da evolução e comentarista da ciência: “Na ciência, ‘fato’ pode somente significar ‘confirmado em um tal grau que seria perverso não dar um assentimento provisório’. Eu suponho que maçãs poderão começar a subir amanhã, mas a possibilidade não merece um mesmo tempo nas salas de aula de física”.⁴ Isso sugere que os “fatos” não devem ser tomados como a terra firme da estrutura da ciência. Na visão de Gould, eles são o tipo de coisa a respeito da qual podemos dar ou negar assentimento e, nesse dar ou retirar, seus estatutos podem mudar: o “fato” de ontem pode tornar-se o mal-entendido, a má-interpretação ou o erro completo. Voltaremos a esse assunto nos Capítulos 4, 5 e 6.

Mais radicalmente talvez, Einstein sustentou o seguinte: “Se os fatos não se adaptam à teoria, mude os fatos”. O que ele quer dizer é que, em alguns casos, nossa crença de que uma dada teoria é correta ou verdadeira é tão forte que, se os “fatos” não se adaptam, deveríamos concluir que há algo de errado com eles, e não com a teoria. E, obviamente, há exemplos da história da ciência de teorias que eram tão bem-aceitas que a primeira (e a segunda e a terceira...)

reação a um fato experimental aparentemente anômalo seria a de questionar o fato (ou o experimentador que o produziu!). Alguns cientistas e filósofos da ciência abominariam tal atitude, argumentando que permitir que as teorias se tornem tão bem-aceitas seria soar o toque de morte da própria ciência.

Isso pode ser um pouco melodramático, mas certamente podemos entender a preocupação: como a ciência pode progredir se certas teorias se tornam tão bem-estabelecidas de modo que sejam vistas como quase invioláveis? Eu não penso que isso realmente aconteça na prática; ao contrário, fatos que não se adaptam a tais teorias são submetidos a um exame extracrítico; porém, se eles sobreviverem a isso, então a teoria em si mesma poderá passar a ser vista como falha. Contudo, a situação não é tão simples como Einstein, de novo, parece pensar, de acordo com a seguinte afirmação atribuída a ele: “Nenhuma quantidade de experimentos pode provar que estou certo; um único experimento pode a qualquer momento provar que estou errado”. Essa é uma visão – conhecida como “falseacionismo” – que sustenta que o papel crucial dos fatos não é dar suporte às teorias, mas refutá-las e falsificá-las, pois dessa maneira a ciência pode progredir – ao que voltaremos novamente nos capítulos subsequentes; por ora, notemos apenas como Einstein parece contradizer-se! Um outro grande físico, Richard Feynman, assim expressou o que ele via como a influência mútua entre teoria e experimento:

O jogo que jogo é muito interessante. É a imaginação numa camisa-de-força, que é a seguinte: que ela deve concordar com as leis conhecidas da física... É preciso imaginação para pensar o que é possível, e então é preciso uma análise de volta, examinando para ver se se adapta, se é permitido, de acordo com o que é conhecido, certo?⁵

Voltando à nossa questão de como a ciência funciona, eu sugeriria que uma melhor maneira de lidar com ela é olhar a prática científica em si mesma. Sem dúvida, essa é complexa, multifacetada e simplesmente confusa; porém, em vez de considerarmos como os cientistas pensam que a ciência funciona, deveríamos olhar para o que eles *fazem*. Isso introduz uma outra questão a respeito de como deveríamos fazê-lo.

Alguns filósofos e sociólogos da ciência têm sugerido que, se quiséssemos saber como a ciência funciona, deveríamos de fato ir a um laboratório, ou ao escritório de um cientista teórico, e observar como a ciência é realmente praticada. Essa é uma sugestão interessante, e alguns sociólogos de fato conceberam uma observação de cientistas experimentais em laboratórios como se fossem antropólogos observando os rituais e os comportamentos de alguma tribo com uma cultura muito diferente da nossa. De modo característico, tais sociólogos têm insistido que eles lá entraram sem convicções prévias, ou, ao

contrário, que registraram suas observações como se não tivessem nenhuma convicção prévia a respeito do trabalho que era realizado no laboratório.

Mas é claro que isso não faz sentido: convicções prévias não podem simplesmente ser deixadas na porta de entrada, e nem mesmo os antropólogos agem dessa forma. Além disso, o procedimento que adotamos para examinar a prática científica pode depender das questões que queremos perguntar. Como veremos, a questão básica posta aqui, sobre como a ciência funciona, será desmembrada numa série: Como as teorias são descobertas? Como elas recebem suporte, ou não, das evidências? O que elas nos dizem sobre o mundo, se é que dizem alguma coisa? Quais são os papéis desempenhados pelos fatores sociais e políticos na prática científica? Excetuando-se a última, não é claro como simplesmente observar os cientistas em seus *habitats* naturais poderia lançar alguma luz sobre esses tópicos.

E, finalmente, a maioria de nós não tem inclinação nem tempo para seguir tal caminho (se estiver interessado em como um exercício similar pode ser levado a cabo por um filósofo da ciência, considere o relato de um bem-conhecido filósofo do seu tempo, em um laboratório de física de altas energias, no livro *Explicando a ciência*,⁶ de Giere; você poderá questionar em que medida tal procedimento realmente ilumina a prática científica). Em vez disso, analisaremos estudos de casos, alguns retirados da história da ciência, outros retirados do nosso próprio exame de livros de notas, registros e papéis de cientistas na ativa. Com base em tal exame, poderemos descrever ao menos certo aspecto da prática científica e, com isso em mãos, poderemos começar a formular uma resposta para as questões apresentadas.

Eu não tenho espaço aqui para examinar uma grande quantidade de detalhes desses estudos de caso, mas eu me basearei em certos episódios bem-conhecidos (e talvez não tão bem-conhecidos) da prática corrente e passada para ilustrar o que desejo mostrar. É claro que vocês, leitores, poderão pensar que minhas descrições desses episódios são muito grosseiras, muito fragmentadas ou mesmo muito obscuras para o propósito de serem iluminadoras (estou certo de que colegas na história da ciência pensarão dessa forma); isso está bem, e eu espero que, se vocês pensarem que esse é o caso, então sejam encorajados a examinar esses estudos de caso vocês mesmos. As afirmações que faço neste livro não são de maneira nenhuma definitivas; há muito mais a ser feito e desenvolvido, e eu espero que leitores e estudantes que usarem este livro possam colaborar para esses novos desenvolvimentos.

Há um ponto final antes de passarmos aos tópicos: alguns poderão insistir que a questão realmente importante não é como a ciência funciona, mas como ela *deveria* funcionar. Em outras palavras, o que deveria ocupar filósofos da ciência e comentaristas em geral não é meramente descrever o que os cientistas

fazem, como eles produzem suas teorias e as testam, etc., mas especificar efetivamente o que eles deveriam estar fazendo ao estabelecer certas *normas* para o que conta como boa ciência, por exemplo.

Durante muitos anos, particularmente na primeira metade do século XX, isso foi considerado um objetivo aceitável para a filosofia da ciência. Muitos filósofos e comentadores da ciência viam-se envolvidos na tarefa de explicitar o que contava como boa ciência, de delimitá-la da má ou falsa ciência e de efetivamente dizer aos cientistas o que eles deveriam fazer a fim de produzir boa ciência. Mas vocês poderão perguntar de imediato: “O que lhes dá esse direito?”. Em que bases podem os filósofos e outros (mas especialmente os *filósofos!*) dizer aos cientistas como eles deveriam realizar seu trabalho? Podemos tirar a força dessas questões e expressões de indignação ao lembrar que por centenas de anos a ciência não era vista como distinta da filosofia, que ela era de fato chamada de “filosofia natural” e que foi somente no final do século XIX e nos primórdios do XX que o enorme impacto cultural da ciência, através da tecnologia e de outros meios, tanto quanto seu potencial transformador, começaram a se tornar aparentes. É um pouco de exagero grosseiro, mas não tão distante da verdade, dizer que foi somente com a demonstração do potencial da ciência para a guerra, para o desenvolvimento de novas armas, de novas defesas, e assim por diante, que governos e políticos em geral começaram a levá-la a sério e digna de financiamentos significativos.

Deixando de lado o impacto tecnológico e material da ciência, e considerando somente as transformações conceituais que ela promoveu, ou as mudanças para a nossa visão de mundo, mesmo aqui a ciência não era vista como algo especial ou com autoridade. Podemos voltar no tempo e olhar os grandes debates no século XIX que se seguiram à publicação da *Origem das espécies*, de Darwin – debates que ainda ecoam através dos anos – para ver como a ciência, ou ao menos essa faceta dela, foi atacada. Ou tome-se um evento “icônico” na história da ciência do século XX, ao qual voltaremos nos próximos capítulos – a observação do astrônomo britânico Eddington da “curvatura” da luz das estrelas em volta do sol, o que confirmou a afirmação de Einstein de que o espaço-tempo poderia ser curvo e distorcido por corpos muito grandes (como estrelas). Por razões que mencionarei posteriormente, essa aparente confirmação de uma teoria tecnicamente difícil e conceitualmente desafiadora na física tornou-se a notícia quente do dia, chegando às manchetes dos mais importantes jornais, levando Einstein do *status* de um obscuro físico suíço-alemão a um representante de cabelos enlouquecidos da ciência em geral. Contudo, as teorias de Einstein eram rejeitadas, muitas vezes com desprezo, por muitos comentadores (até mesmo os cientistas eram cautelosos, e é digno de nota que ele não recebeu o Prêmio Nobel por sua teoria da relatividade, mas por seu trabalho anterior

sobre um aspecto da física quântica). De fato, um grupo famoso de filósofos reuniu-se nos anos 1920 e publicou um panfleto desautorizando as teorias de Einstein como claramente falsas, já que nossas concepções de espaço e tempo estavam conectadas com a própria estrutura mental através da qual compreendemos o mundo e atribuímos sentido a ele; além disso, nessa estrutura, o espaço e o tempo simplesmente não podiam ser “curvos”. Einstein se importou menos com essas afirmações (ele famosamente respondeu com a seguinte observação, consistente com a atitude falseacionista antes observada: “Se eu estiver errado, um experimento será suficiente”) do que com ataques antisemitas de certos simpatizantes nazistas, mas elas ilustram como mesmo o que nós hoje consideramos como avanços científicos muito importantes sofreram resistência e inclusive foram rejeitados.

É nesse contexto que certos filósofos da ciência tomaram para si a tarefa de defender a ciência, de destacar o que consideravam boa ciência, usando isso para demarcar a ciência daquilo que eles consideravam “pseudociência” (nós voltaremos a esse assunto nos capítulos subsequentes, mas astronomia contaria como ciência e astrologia como pseudociência) e estabelecer o que eles consideravam ser as normas da boa prática científica. Em que se baseavam essas normas? Ora, em parte no que esses filósofos da ciência tomavam como sendo – na linguagem atual da propaganda – “a melhor prática”; assim, a teoria de Einstein e a sua aparente confirmação por Eddington passaram tipicamente a aparecer nessas abordagens como exemplares de tais práticas, como veremos depois. Mas em parte as normas da boa ciência foram formadas por certos valores amplos, relacionados com objetividade e racionalidade em geral, eles mesmos vinculados à testabilidade das teorias científicas.

Entretanto, foram os problemas associados à defesa dessas noções de objetividade e testabilidade que levaram os filósofos a abandonar o jogo de explicar como a ciência deveria funcionar para se concentrar em como ela funciona. De acordo com comentadores recentes, isso provocou uma lacuna enorme na habilidade do público não-científico de exercer algum controle sobre a agenda da ciência, deixando o campo aberto para governos, multinacionais e instituições do gênero. Vejamos um comentador que lamenta a perda do elemento normativo nessas discussões:

(...) cientistas precisam adquirir uma competência na consumada arte democrática da negociação – especialmente com um público que arcará com os custos financeiros e sustentará os impactos certos de qualquer pesquisa que seja encomendada. Contudo, talvez de modo mais importante, a ciência precisa reconhecer que as implicações valorativas das suas atividades vão não somente até a capacidade da sua pesquisa de fazer o bem ou o mal, mas também aos custos de oportunidade incorridos ao se decidir financiar um tipo de pesquisa em

detrimento de outro – ou, também em relação a isso, em detrimento de projetos de realizações públicas não-científicas, porém valiosos. Em suma, parte da responsabilidade social da ciência é considerar bem-vinda a participação do público ao se estabelecerem as prioridades da agenda de pesquisa.⁷

Eu não entrarei nos detalhes desse debate aqui. Tudo o que farei será tentar iluminar certos aspectos da prática científica na esperança de que tal procedimento possa levar a uma melhor apreciação de como a ciência realmente funciona. E se ao ler tais ideias alguém considerá-las úteis para pensar os assuntos envolvidos em se determinar como a ciência deveria funcionar, então isso será muito bom.

NOTAS

1. J.J. Davies, *On the Scientific Method*, Longman, 1968, p. 8.
2. I. Pavlov, "Advice for Young Scientists", in *Selected Works*, Foreign Languages Publishing House, 1995, p. 54-55.
3. W.L. Bragg, citado em *Genius: The Natural History of Creativity*, por H.J. Eysenck, Cambridge University Press, 1995, p. 1.
4. Stephen J. Gould, "Evolution as Fact and Theory", *Discovery*, março 1981; in *Hen's Teeth and Horse's Toes*, W.W. Norton, 1994, p. 253-262.
5. R. Feynman, *The Character of Physical Law*, Cox and Wyman, 1965, p. 171.
6. R. Giere, *Explaining Science*, Chicago University Press, 1998.
7. Steve Fuller, "Can Science Be Spoken in a Civil Tongue?", *Social Studies of Science*, 24 (1994), p. 143-168.